



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Facultad de Ingeniería Civil
DECANATO

RESOLUCION DECANAL N° 004-2018-CF-FIC-UNP

Piura, 08 de febrero de 2019.

VISTA: la solicitud que presenta el ex alumno Bachiller **VARONA MORANTE MARCO ROLANDO**, pidiendo fecha de **SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

- Que el Jurado revisor del Proyecto de Tesis titulado "**DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM. 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA – PIURA**" certifica que la solicitante ha cumplido con levantar las observaciones planteadas.
- Que el tesista ha cumplido con presentar las copias debidamente corregidas y suscritas por los miembros del Jurado revisor.
- Que cumple con lo establecido en el Reglamento de Tesis.
- Que a lo dispuesto por el Sr. Decano en uso de sus atribuciones que le confiere la UNP, y con acuerdo de Consejo de Facultad del día 31 de enero de 2019.

SE RESUELVE:

1. **APROBAR EL PROYECTO DE INVESTIGACION DENOMINADO: "DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM. 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA – PIURA" QUE PRESENTA EL BACHILLER VARONA MORANTE MARCO ROLANDO, PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.**
2. **COORDINAR CON LAS INSTANCIAS RESPECTIVAS PARA QUE EL DIA 08 DE enero DE 2019, A LAS 12:00 HORAS EN LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNP, SE HA FIJADO COMO FECHA PARA LA SUSTENTACION DE LA TESIS "DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM. 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA – PIURA".**

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE

Jurado del Proyecto de Tesis

DR. LUIS MIGUEL MORAN YAÑEZ
ING. ANTONIO TIMANA FIESTAS M.Sc.
ING. CARLOS SILVA CASTILLO
ING. CARMEN CHILON MUÑOZ M.Sc.

Presidente
Secretario
Vocal
Asesor

CC: Jurado de Anteproyecto
Asesor - Interesado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Facultad de Ingeniería Civil

Dr. Ing° Edwin Omar Vences Martínez
DECANO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Facultad de Ingeniería Civil
DECANATO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para estudiar el Trabajo de Tesis, presentado por el ex alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

BACH. VARONA MORANTE MARCO ROLANDO

TESIS TITULADA

"DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM. 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA – PIURA"

Oídas las observaciones y las respuestas a las preguntas, lo declaran

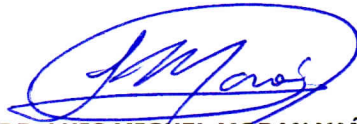
APROBADO con el calificativo de BUENO

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado:

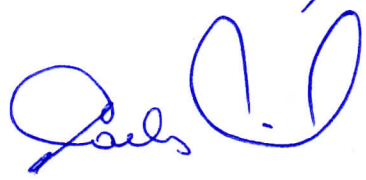
APTO

Por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **título de INGENIERO CIVIL**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 176 del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

PIURA, 08 DE FEBRERO DE 2019


DR. LUIS MIGUEL MORAN YAÑEZ
PRESIDENTE


ING. ANTONIO TIMANA FIESTAS M.Sc.
SECRETARIO


ING. CARLOS SILVA CASTILLO M.Sc.
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:

**“DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO
ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA
ALTA KM 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA -
PIURA”**

PRESENTADA POR:

BACHILLER. MARCO ROLANDO VARONA MORANTE

ASESORADO POR:

ING. CARMEN CHILON MUÑOZ

FEBRERO 2019

HOJA DE REGISTRO DE FIRMAS

“DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA - PIURA”



**ING. LUIS MIGUEL MORAN YAÑEZ
PRESIDENTE**



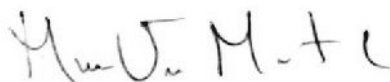
**ING. ANTONIO TIMANA FIESTAS
SECRETARIO**



**ING. CARLOS JAVIER SILVA CASTILLO
VOCAL**



**ING. CARMEN CHILON MUÑOZ
ASESOR**



**MARCO ROLANDO VARONA MORANTE
TESISTA**

RESUMEN

La infraestructura vial en nuestro país o cualquier nación latinoamericana es sinónimo de desarrollo, ya que ellas facilitan la integración nacional y ponen en contacto productores, distribuidores y consumidores para hacer realidad la actividad económica. Esta importancia es el objeto principal para el conocimiento en la construcción y mantenimiento de dichas estructuras.

En el presente trabajo se analiza un puente vehicular rural localizado en el caserío Santa Elena Alta, distrito de Querecotillo con el objeto de examinar las consideraciones de diseño en la infraestructura orientada a mantener la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura.

Con un análisis a profundidad a través de una evaluación estructural del puente, notamos que las condiciones patológicas del puente Santa Elena Alta es crítica en cuanto a la losa de rodamiento y vigas que presenta fallas o fisuras, lo cual pone en riesgo la seguridad de la sociedad y produce pérdidas económicas.

Finalmente como propuesta Técnica definitiva se plantea un nuevo diseño sólo de losa de concreto armado y vigas, a través de la aplicación de normas fundamentales que rigen el diseño estructural de los puentes, lo cual también es factible económicamente, ya que la municipalidad Distrital de Querecotillo no cuenta con los recursos suficientes, para realizar la demolición total del puente.

Palabras clave: Evaluación estructural de puente, Diseño de losa y vigas de concreto

ABSTRACT

The road infrastructure in our country or any Latin American nation is synonymous with development, since they facilitate national integration and put producers, distributors and consumers in contact to make economic activity a reality. This importance is the main object for knowledge in the construction and maintenance of such structures.

In the present work, a rural vehicular bridge located in the Santa Elena Alta farmhouse, Querecotillo district, is analyzed in order to examine the design considerations in the infrastructure oriented to maintain the traffic of the road infrastructure in an efficient and safe way.

With an in-depth analysis through a structural evaluation of the bridge, we note that the pathological conditions of the Santa Elena Alta bridge is critical in terms of the bearing slab and beams that have faults or fissures, which puts the safety of the society and produces economic losses.

Finally, as a definitive technical proposal, a new design is proposed only for reinforced concrete slabs and beams, through the application of fundamental rules that govern the structural design of the bridges, which is also economically feasible, since the District Municipality of Querecotillo does not have sufficient resources to carry out the total demolition of the bridge.

Keywords: Structural bridge evaluation, Slab design and concrete beams

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INDICE GENERAL	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
INTRODUCCIÓN	10
I. ASPECTOS GENERALES	12
1.1 Planteamiento del Problema	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo General	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 Características Generales del Área de Estudio	13
1.3.1 Ubicación	13
1.3.2 Características Físicas	14
1.3.3 Estructura Poblacional	15
1.3.4 Infraestructura Social	17
1.3.5 Actividades Económicas	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Definición de Puente	19
2.2 Partes de un Puente	19
2.2.1 Súper Estructura	19
2.2.2 Infraestructura	19
2.2.3 Cargas	22
2.2.4 Fuerzas	22
2.3 Tipos de Puente	25
2.4 Elección del Tipo de Puente	27

III. ESTUDIOS DE CAMPO	28
3.1 Estudio Topográfico	28
3.2 Estudio Hidrológico	30
3.3 Estudio de Mecánica de Suelos	31
3.4 Estudio de Tránsito	35
 IV. EVALUACIÓN DE FALLAS PUENTE SANTA ELENA ALTA	 39
4.1 Introducción	39
4.2 Objetivos	39
4.2.1 Objetivo General	39
4.2.2 Objetivos Específicos	40
4.3 Base Legal	40
4.4 Definiciones previas	40
4.5 Descripción de la Estructura	44
4.6 Diagnóstico y Resultados	47
4.7 Resultados de la Inspección	48
4.8 Conclusiones y Recomendaciones	55
 V. ANÁLISIS Y DISEÑO	 58
5.1 Datos del Proyecto	58
5.2 Diseño de losa	62
5.3 Diseño del tramo en voladizo	69
5.4 Diseño de viga longitudinal	77
5.5 Diseño de viga Diafragma	94
5.6 Especificaciones Técnicas	95
5.7 Elaboración de Planos	103
 VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 104
6.1 Conclusiones	104
6.2 Recomendaciones	105
 BIBLIOGRAFÍA	 106
ANEXOS	108

INDICE DE TABLAS

Contenido	Pag.
Tabla 1. Población Distrital según Censo Nacional 2007	15
Tabla 2. Proyección de la Población al Año 2017	16
Tabla 3. Establecimientos de Salud Distrito de Querecotillo	17
Tabla 4. Análisis Granulométrico por Tamizado.....	33
Tabla 5. Clasificación Vehicular por Tipo de vehículo	37
Tabla 6. Distribución Porcentual del IMD	37
Tabla 7. IMD Puente Santa Elena Alta	37
Tabla 8. Proyección de la Demanda	38
Tabla 9. Condición Global del Puente	42

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pag.
Figura 1. Mapa del distrito de Quecerotillo	14
Figura 2. Vista de Planta de un Puente Típico	22
Figura 3. Elevación de un Puente Típico	22
Figura 4. Cargas de un Puente Típico	23
Figura 5. Análisis Granulométrico por Tamizado	34
Figura 6. Vista longitudinal del Puente	46
Figura 7. Vista Superior del Puente Santa Elena Alta	46
Figura 8. Grietas del Puente	50
Figura 9. Grietas en extremo del Puente	51
Figura 10. Grietas y Fracturas	51
Figura 11. Viga longitudinal pandeada, notado en junta de construcción	54
Figura 12. Corrosión y pérdida de sección de viga en el apoyo	54
Figura 13. Viga transversal de concreto en estado crítico	55
Figura 14. Ruptura y fracturas en el apoyo de la viga	55

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Pag.
Anexo 1. Caracterización Distrito de Querecotillo.- Estructura Poblacional e Instituciones Educativas	110
Anexo 2. Estudios Topográficos.- Planos de Planta, Ubicación y Localización	113
Anexo 3. Resultados del estudio de Mecánica de Suelos	114
Anexo 4. Hoja de cálculo justificativo - Estribo	131
Anexo 5. Diseño de Estructuras.- Planos	137

INTRODUCCIÓN

La ingeniería Civil tiene un campo de aplicación muy amplio y está relacionada con el estudio y la comprensión de estructuras (carreteras, puentes, obras hidráulicas, edificaciones, manejo de servicios públicos y sanitarios) ciencia de materiales, geografía, geología, suelos, hidrología, medio ambiente, mecánica, entre otros campos, por eso su tarea es muy importante para lograr el crecimiento y desarrollo de cualquier región o país. Bajo este contexto el ingeniero civil requiere de una alta sensibilidad a nivel social, ambiental y a nivel ético; para resolver las demandas de las necesidades humanas y nuestra inquietud por colaborar en la solución de problemas prácticos hemos decidido enfrentar el problema del puente Santa Elena Alta.

Las vías de comunicación al interior del distrito de Querecotillo – Sullana, son en su mayoría caminos vecinales afirmados como es el caso de la carretera Querecotillo – Santa Elena Alta, que sirven para intercomunicarse, sacar la producción agrícola a mercados locales, regionales y nacionales, realizar actividades comerciales, así como los jóvenes desarrollar sus actividades educacionales. Igualmente permite a los pobladores de esta zona desplazarse hacia sus parcelas agrícolas, para desarrollar sus actividades cotidianas.

El problema que se pretende resolver se puede resumir en “Diseñar la losa del puente carrozable, así como las vigas longitudinales y vigas diafragma, todas de concreto armado sobre el canal Miguel Checa en el Centro Poblado Santa Elena Alta, del distrito de Querecotillo – Sullana, a través de la aplicación de normas fundamentales que rigen el diseño estructural de puentes”; todo esto con la finalidad de proporcionar la resistencia y la rigidez necesaria para soportar las cargas de diseño del puente dentro de los rangos apropiados de seguridad y economía.

Este estudio está dividido en 6 capítulos, que incluye Aspectos Generales, en su primera unidad, en donde se detallará el problema y los objetivos del estudio, así como se realizará una exposición de las características generales del área de estudio.

En el segundo capítulo, se realiza una revisión teórica, que abarca conceptos y definiciones de un puente, partes de un puente y los tipos de puente a fin de definir a que tipología pertenece nuestro puente del caso estudio.

El tercer capítulo desarrolla los Estudios de campo, necesarios para la consolidación del proyecto. El cuarto capítulo desarrolla la evaluación de fallas del Puente Santa Elena Alta, con la finalidad de determinar el nivel de deterioro de cada uno de sus elementos y plantear que medidas correctivas se deben ejecutar para darle transitabilidad a este viaducto.

En el quinto capítulo se realiza el análisis y diseño de la infraestructura de la superestructura: losa y vigas, en cambio el capítulo sexto establece las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Las municipalidades distritales que son las que administran los caminos vecinales, no cuentan con los recursos económicos para ejecutar proyectos de gran envergadura, por eso proponemos la evaluación técnica del puente Santa Elena Alta, a fin de determinar el nivel de deterioro de cada uno de sus componentes, que sirva para la toma de decisiones orientadas a mantener la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura.

CAPÍTULO I.- ASPECTOS GENERALES

1.1 Planteamiento del Problema

El distrito de Querecotillo pertenece a la provincia de Sullana, región Piura. En la parte nor oeste de este distrito actualmente existe una vía categorizada como trocha carrozable sin afirmar, que une los caseríos Santa Elena Alta y Hualtacal con su capital distrital. Igualmente existe el Canal de irrigación Miguel Checa de una longitud de 78.5 Km y una capacidad de conducción de 19 a 5 m³/seg., que pertenece al sistema hidráulico del Proyecto Especial Chira - Piura. Este canal corre en paralelo con el río Chira en su margen derecha en sentido sud oeste, beneficiando terrenos agrícolas de Chocán, San Francisco, La Peña, Mambré, Pampas de Querecotillo y Salitral, Samán, Mallares, etc.

El canal Miguel Checa en el hito Km 25 + 700 cruza los límites del caserío Santa Elena Alta, interrumpiendo la vía que une este caserío con la ciudad de Querecotillo, capital distrital. Para salvar este obstáculo, en el año 1,993 se construyó un puente peatonal diseñado con métodos hoy obsoletos. Esta infraestructura hoy en día representa un riesgo para la población ya que puede colapsar en cualquier momento.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y siendo necesaria la protección de las personas que utilizan esta estructura, además de mejorar la calidad de vida de los moradores del C.P. Santa Elena Alta, es que se propone la realización del presente proyecto que tiene por finalidad mejorar la infraestructura del puente carrozable Santa Elena Alta.

La vía del presente Caso Estudio, es un eje de carácter vecinal de 2.025 Km que une la capital distrital, con el caserío de Santa Elena Alta y Hualtacal de la margen derecha del mencionado canal.

El problema a desarrollar es: “Diseño estructural de la superestructura (losa, vigas longitudinales y vigas diafragma) del puente de concreto armado, sobre el canal Miguel Checa en el Centro Poblado Santa Elena Alta, del distrito de Querecotillo – Sullana, a través de la aplicación de normas fundamentales que rigen el diseño

estructural de puentes”. Se asumirán las condiciones topográficas y geotécnicas correspondientes a la zona de ubicación del puente. Para el diseño se utilizará la sobrecarga correspondiente al vehículo H36 y todas las especificaciones indicadas en la Norma AASHTO y el Manual de Diseño de Puentes elaborado por el MTC, además de la bibliografía adicional indicada.

La propuesta del proyecto se enmarca dentro de los lineamientos técnicos, sociales y económicos donde la demanda efectiva radica en solucionar el problema de transitabilidad de comunicación vial, al caserío de Santa Elena Alta y Hualtacal con mercados locales y regionales de sus principal producción agrícola como el arroz, plátano y frijol Chileno.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar la losa del puente carrozable de concreto armado sobre el canal Miguel Checa en el Centro Poblado Santa Elena Alta, del distrito de Querecotillo – Sullana, a través de la aplicación de normas fundamentales que rigen el diseño estructural de los puentes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar los planos generales que contengan la distribución de los sistemas a diseñar.

1.3 Características Generales del Área de Estudio

El distrito de Querecotillo, fue creado mediante Decreto dictado por el libertador Simón Bolívar en fecha 21 de Junio de 1,821. Con fecha 5 de febrero de 1875 es elevado al rango de villa y el 04 de noviembre de 1911, cuando Sullana es creada provincia, se convierte en uno de sus distritos.

1.3.1 Ubicación

El presente proyecto se desarrolla en el Centro Poblado Santa Elena Alta, distrito de Querecotillo, provincia de Sullana y Departamento de Piura.

Región Geográfica	: Costa
Departamento	: Piura
Provincia	: Sullana
Distrito	: Querecotillo
Centro Poblado	: Santa Elena Alta

El Distrito de Querecotillo se ubica políticamente en la Provincia de Sullana, Región Piura y geográficamente se encuentra a una latitud sur 04° 50' 10" y longitud oeste 80° 39' 01" y a una altura media de 65 m.s.n.m. La superficie del ámbito del distrito de Querecotillo, de acuerdo a los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), comprende un área de 270 Km².

Los límites son:

Por el Norte, con el Distrito de Lancones

Por el Sur, con el Distrito de Salitral

Por el Oeste, con el Río Chira.

Por el Este, con el Distrito de Marcavelica

FIGURA N° 02

MAPA DEL DISTRITO DE QUERECOTILLO



1.3.2 Características Físicas

Topografía

La topografía del distrito es plana con pequeños contrafuertes de la cadena de Los Andes, siendo las partes más bajas a orillas del valle, existiendo algunas quebradas como la de Hualtaca, La Margarita, Corregidor, La Chilena, etc.

Clima

Tiene un clima caluroso casi todo el año, debido a su cercanía a la zona ecuatorial aumentando mucho más en época de verano (Enero a Marzo), las temperaturas máximas llegan hasta 43,2°, la humedad promedio anual es de 66%, los vientos tienen una dirección hacia el sur a una velocidad promedio de 3 m/s, las precipitaciones pluviales varían entre 10 y 200 mm. Querecotillo ha sido escenario de fuertes periodos lluviosos conocidos como El fenómeno del Niño con lluvias de hasta 7 meses consecutivos en el año 1993 y se volvió a repetir en el año 1998, ocasionando grandes daños económicos y sociales.

Unidades Hidrográficas

Cuenta con algunos ríos y quebradas que solo transportan agua durante épocas de lluvias permaneciendo secos durante el resto del año. Una de sus quebradas es La de Margarita que conforman las sub cuencas del sistema Chira, que en época de la corriente del Niño incrementa su caudal.

Fauna

La fauna presente en la zona está compuesta por especies silvestres y domésticas como aves, reptiles menores e insectos cuyas crías sirven de alimento de aves pequeñas. Los animales más frecuentes son: zorros, lagartijas, variedad de ofidios, etc. Entre las aves destacan las zoñas, chilalos, pericos, entre otros.

1.3.3 Estructura Poblacional

TABLA N° 01
Población Distrital según censo nacional 2007 INEI

POBLACIÓN SEGÚN CENSO - INEI	
Población Total	24,452
Población Urbana	21,916
Población Rural	2,536
Tasa de crecimiento Intercensal	0,62%
Densidad de población (hab./km ²)	90.5

FUENTE: INEI CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

El Distrito de Querecotillo al año 2007 tenía una población de 24,452 habitantes según censos del 2007 elaborado por el INEI, de los cuales 21,916 habitantes viven en la zona urbana que viene hacer el 89.64% de la población total del distrito, y 2,536 habitantes vivían en la zona rural que equivale al 10.36% de la población del distrito.

El distrito de Querecotillo cuenta con 24 centros poblados. La relación de cada Centro Poblado y su población se muestra en una Tabla en el Anexo.

Proyección de la Población al Año 2017

Para la estimación de la población al año 2017, se ha tomado la tasa de crecimiento del distrito de Querecotillo proporcionado por el INEI de 0.62% (Censo 2,007 INEI), y se utilizará la siguiente fórmula:

$$P_f = P_i(1+TC)^n$$

Donde:

P_f = Población final

P_i = Población inicial, año base 2007.

TC = Tasa de crecimiento poblacional (0.62)

n = Número de años (año a estimarse - años base).

Se estima que para el año 2017, el distrito de Querecotillo tenga una población estimada de 26,011 habitantes.

TABLA N° 02
Proyección de la Población al Año 2017

DISTRITO	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Querecotillo	25,219	25,376	25,533	25,691	25,851	26.011

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Población Económicamente Activa

En cuanto a la Población Económicamente Activa - PEA, en el distrito de Querecotillo llega a un 44.3% (siendo el 72.6% hombre y las mujeres un 15.4%). La PEA ocupada es de 92.8% ubicándose principalmente el trabajo no calificado con un 43.4%, seguido de la agricultura como un trabajo calificado con un 25.7%,

trabajadores de servicios personales y vendedores de comercio un 8.6%, obreros de construcción un 6.2%, los profesores e intelectuales un 4.8%, obreros y operarios de industria manufacturera un 4,7% y otros 6.5%.

1.3.4 Infraestructura Social

Educación

El distrito cuenta con las siguientes instituciones educativas: 18 I.E. tienen el nivel inicial, 19 de nivel primario y 8 de nivel secundario, sumando 5,392 alumnos, de los cuales 1,007 alumnos están en nivel inicial, 2,652 en nivel primario, 1,733 en nivel secundario.

Salud

El distrito cuenta con 7 establecimientos de salud del Ministerio de Salud de los cuales 6 son Postas de salud y se ubican en la zona rural y 1 centro de salud ubicado en la zona urbana de Querecotillo.

TABLA N° 03
Establecimientos de salud del distrito de Querecotillo

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	CANTIDAD
Centro de Salud Querecotillo	01
Puesto de Salud San Francisco de Chocan	01
Puesto de Salud Peña la Horca	01
Puesto de Salud La Margarita	01
Puesto de Salud Santa Victoria	01
Puesto de Salud Puente Los Serranos	01
Puesto de salud Santa Cruz	01
TOTAL	07

FUENTE: ELEBORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL MINSA

Vivienda

Según los censos nacionales del 2007 – INEI el distrito de Querecotillo tiene 6,182 viviendas particulares.

Predominan las viviendas con paredes de material quincha 38.3%, seguido de adobe con 28,1% y de ladrillo con cemento 22.8%, otro material 10.8%.

En cuanto a la constitución del piso, el 64.7 % es de tierra y el 35.30% es de cemento, (fuente PDC 2009 de la Municipalidad Distrital de Querecotillo).

Servicios Básicos

Según los Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007, el 68.90% de la población del distrito de Querecotillo cuenta con los servicios de desagüe y el 82.24% de la población cuentan con el servicio de energía eléctrica.

1.3.5 Actividades económicas

Agricultura

La economía del distrito se basa en la actividad agrícola, la que se explota todo el año en 02 campañas, la grande (enero – agosto) y la chica (agosto – diciembre).

La agricultura del distrito posee suelos de buena calidad, agua suficiente y un clima favorable para una variedad de cultivos, constituyéndose en la principal actividad del distrito, se cultiva: algodón, arroz, maíz, menestras, entre otros. Pero se caracteriza por tener una gran producción de plátanos siendo el principal productor de esta fruta en la provincia.

Ganadería

La ganadería es otra de las actividades principales del distrito, que va de la mano con la actividad agrícola, la cual se caracteriza por la crianza de ganado vacuno, caprino, ovino, porcino y aves de corral.

Turismo

El distrito de Querecotillo, entre sus festividades podemos mencionar la festividad del Señor de Chocan que se celebra el 02 de febrero y que convoca a muchos lugareños y familiares de la provincia de Sullana y de la región de Piura.

Entre los platos más típicos de Querecotillo encontramos al cebiche el cabrito con tamal verde.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de Puente

La definición de puente puede ser tan simple o tan compleja como uno se imagina; un puente puede ser simplemente el medio para llegar de un punto a otro salvando un obstáculo; o puede ser considerado toda una obra de arte, no solamente por la función que realiza, sino por la estética y la imagen que pueda dar.

Los puentes son estructuras que los seres humanos han ido construyendo a lo largo de los tiempos para superar las diferentes barreras naturales como ríos, valles, lagos, etc. y obstáculos artificiales que pueden ser vías férreas y carreteras, con las que se han encontrado y poder transportar así sus mercancías, permitir la circulación de las personas y trasladar sustancias de un sitio a otro.

En razón del propósito de estas estructuras y las diversas formas arquitectónicas adoptadas se pueden definir como; “obras de arte destinadas a salvar corrientes de agua, depresiones del relieve topográfico y cruces a desnivel que garanticen una circulación fluida y continua de peatones, agua, ductos de los diferentes servicios, vehículos y otros que redunden en la calidad de vida de los pueblos.”

2.2 Partes de un Puente

Los puentes constan fundamentalmente de dos partes: la superestructura y la infraestructura.

2.2.1 Superestructura

Es la parte del puente en donde actúa la carga móvil, y está constituida por:

- Tablero
- Vigas longitudinales y transversales
- Aceras y pasamanos
- Capa de rodadura
- Otras instalaciones

2.2.2 Infraestructura o subestructura:

Es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación, y está constituida por:

- Estribos
- Pilas

Tablero:

Soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilas, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o en el terreno circundante. Sobre el tablero y para dar continuidad a la rasante de la vía viene la capa de rodadura. Los tableros van complementados por los bordillos que son el límite del ancho libre de calzada y su misión es la de evitar que los vehículos suban a las aceras que van destinadas al paso peatonal y finalmente al borde van los postes y pasamanos.

Vigas longitudinales y transversales:

Son los elementos que permiten salvar el vano, pudiendo tener una gran variedad de formas como con las vigas rectas, arcos, pórticos, reticulares, vigas Vierendeel etc.

Estribos:

Situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A diferencia de las pilas los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia trabajan también como muros de contención. Los estribos están compuestos por un muro frontal que soporta el tablero y muros en vuelta o muros-aletas que sirven para la contención del terreno.

Pilas:

En la ingeniería de cimentaciones el término pila tiene dos significados diferentes. De acuerdo con uno de sus usos, una pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata, es decir, transmitir la carga a un estrato capaz de soportarla, sin peligro de que falle ni de que sufra un asentamiento excesivo. Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación al ancho de la base de las pilas es usualmente

mayor que cuatro, mientras que para las zapatas, esta relación es comúnmente menor que la unidad.

De acuerdo con su segundo uso, una pila es el apoyo, generalmente de concreto o de mampostería para la superestructura de un puente. Usualmente, la pila sobresale de la superficie del terreno, y comúnmente se prolonga a través de una masa de agua hasta un nivel superior al de las aguas máximas.

Apoyo:

Son los elementos a través de los cuales el tablero transmite los acciones que le solicitan a las pilas y/o estribos. El mas común de los apoyos es el neopreno zunchado, está constituido por un caucho sintético que lleva intercaladas unas chapas de acero completamente recubiertas por el material elastómero. Tienen impedido el movimiento vertical.

Vano:

Cada uno de los espacios de un puente u otra estructura, comprendida entre dos apoyos consecutivos. La distancia entre dos puntos de apoyo consecutivos de los elementos portantes principales es la luz del vano; no hay que confundirla con la luz libre que es la distancia entre los paramentos de los apoyos, ni con la longitud del puente.

Tajamar:

Elemento extremo de la pila de un puente que adopta una forma de sección redondeada, almendrada o triangular para conducir suavemente la corriente de agua hacia los vanos para que disminuya el empuje sobre la obra y se facilite el desagüe.

En las siguientes figuras se muestra la vista de planta, elevación y corte transversal de un puente típico. Se aprecia las partes principales de un puente, la losa de calzada, estribos, pilas, zapatas , etc.

FIGURA N° 02:
VISTA DE PLANTA DE UN PUENTE TÍPICO

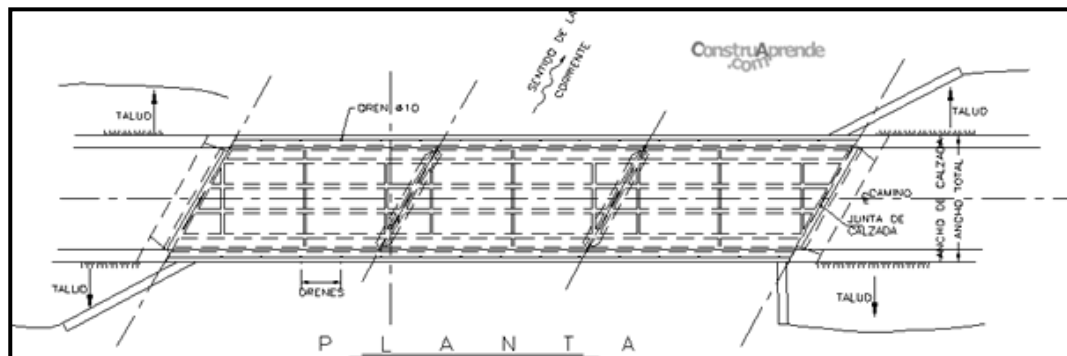
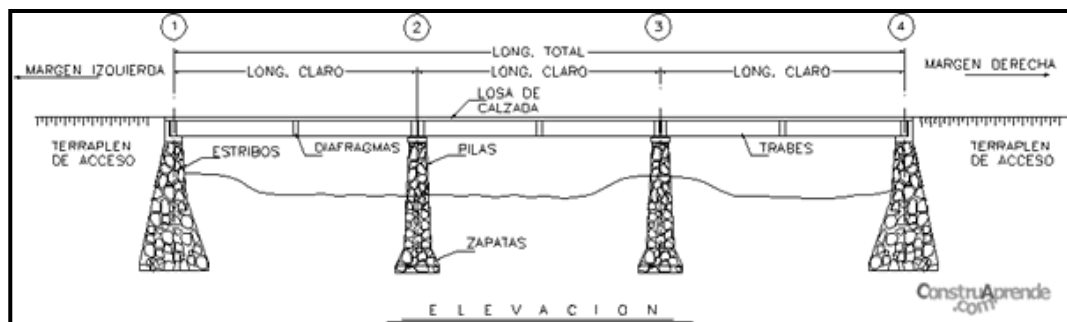


FIGURA N° 03:
ELEVACIÓN DE UN PUENTE TÍPICO



2.2.3 Cargas:

Los puentes y viaductos son diseñados para soportar una diversidad de cargas, entre los que se cuentan:

➤ Cargas muertas:

La carga muerta, también llamada "carga estructural" o "carga permanente", es el peso del puente mismo. Las fuerzas de gravedad se contrarrestan por los soportes del puente, ya sea por arcos, pilares, vigas o cables de suspensión y esta fuerza determina qué tan largo y ancho se puede extender el puente. Se requiere de mantenimiento para mitigar los efectos del desgaste y asentamiento de los materiales.

En otras palabras podemos manifestar que las cargas muertas son cargas permanentes y que no son debidas al uso de la estructura. En esta categoría se pueden clasificar las cargas correspondientes al peso propio y al peso de los materiales que soporta la estructura tales como acabados, divisiones, fachadas,

techos, etc. Dentro de las cargas muertas también se pueden clasificar aquellos equipos permanentes en la estructura. En general las cargas muertas se pueden determinar con cierto grado de exactitud conociendo la densidad de los materiales.

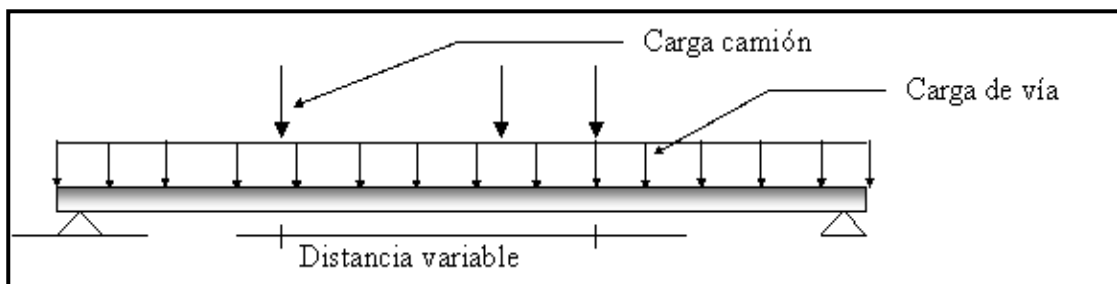
➤ **Cargas vivas:**

En ocasiones, llamada "carga probabilística" o "carga impuesta", esta carga se refiere a los vehículos, animales o humanos que cruzan o se espera cruzarán el puente. Los tipos de cargas vivas considerados en el diseño de puentes se resumen en: carga de camión y carga de vía, carga de impacto y carga de frenado.

La carga de camión considera el peso de un camión como un conjunto de cargas puntuales actuando con una separación y repartición que representa la distancia entre ejes (ruedas) de un camión de diseño.

Para la carga de impacto se considera un factor de multiplicación de la carga viva de camión y vía y para la de frenado una carga horizontal proporcional a la carga de vía o camión.

FIGURA N° 04:
CARGAS DE UN PUENTE TÍPICO



2.2.4 Fuerzas:

Una fuerza, a veces llamada "carga de desplazamiento", se refiere a las cargas extremas causadas por situaciones extenuantes, como fuertes vientos de una tormenta, temblores, olas gigantes e impactos inesperados. Muchos puentes enormes están diseñados con esto en mente, tal como los puentes suspendidos, los cuales pueden resistir altos vientos y temblores.

➤ **Fuerzas de viento**

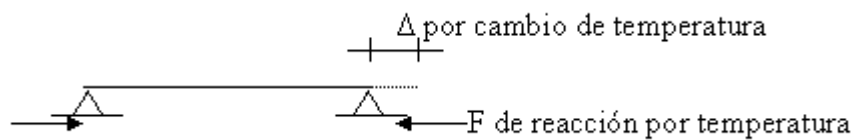
El viento produce una presión sobre las superficies expuestas.

La fuerza depende de:

- Densidad y velocidad del viento
- Ángulo de incidencia
- Forma y rigidez de la estructura

➤ **Fuerzas debidas a cambios de temperatura**

Los cambios de temperatura producen dilataciones o contracciones en la estructura general y en sus elementos componentes. Estos cambios pueden producir o no fuerzas adicionales dependiendo del grado de restricción de la estructura y de sus elementos.



Elemento simple:

Igualando las deformaciones por temperatura y las deformaciones por carga axial podemos obtener la magnitud de la fuerza de reacción y por ende los esfuerzos axiales generados por el cambio de temperatura.

$$\Delta L = PL/AE \quad \text{deformaciones por carga axial}$$

$$\Delta L = \alpha \Delta t L \quad \text{deformaciones por temperatura}$$

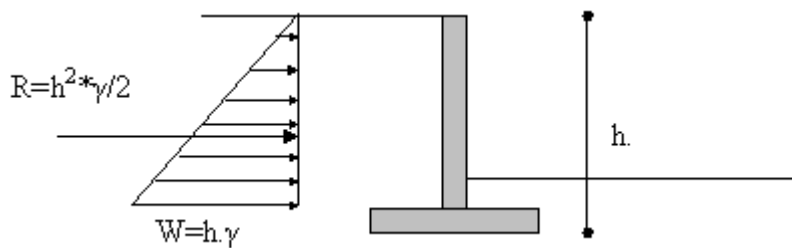
Iguanlando ambas ecuaciones se puede calcular la fuerza axial equivalente debida a un cambio de longitud en la viga restringido.

$$P = A E \alpha \Delta t$$

➤ **Fuerzas por presión hidrostática y empuje de tierras**

Por la Ley de Pascal sabemos que la presión que ejerce un líquido sobre las paredes que lo contienen es proporcional a la profundidad y al peso específico del líquido contenido. Los suelos ejercen sobre las superficies una presión similar a los líquidos pero de menor magnitud.

La presión se representa entonces como una carga triangular



Donde:

γ : peso específico del líquido equivalente que representa al suelo.

$\gamma_{equivalente} = k_a \cdot \gamma_{suelo}$, donde k_a es menor que 1 h : altura

2.3 Tipos de Puentes

Existen cinco tipos principales de puentes:

a) Puentes Rectos o de vigas

Un puente viga es un puente cuyos vanos son soportados por vigas. Este tipo de puentes deriva directamente del puente tronco. Se construye con madera, acero o concreto (armado, pretensado o postensado)

Se emplean vigas en forma de I, en forma de caja hueca, etcétera. Como su antecesor, este puente es estructuralmente el más simple de todos los puentes.

Se emplean en vanos cortos e intermedios (con hormigón pretensado). Un uso muy típico es en las pasarelas peatonales sobre autopistas.

Los puentes de vigas de hormigón armado o de acero pueden salvar tramos de 20 a 25 m; para distancias superiores se utilizan mucho el acero y el hormigón

pretensado y, cuando la longitud es considerable, las vigas son compuestas. Se han construido algunos puentes con vigas de hormigón pretensado, de sección en "I", que salvan tramos de hasta 48 m.

b) Puente en Ménsula

Un **puente en ménsula** (en inglés *cantilever bridge*) es un puente en el cual una o más vigas principales trabajan como ménsula o voladizo. Normalmente, las grandes estructuras se construyen por la técnica de volados sucesivos, mediante ménsulas consecutivas que se proyectan en el espacio a partir de la ménsula previa. Los pequeños puentes peatonales pueden construirse con vigas simples, pero los puentes de mayor importancia se construyen con grandes estructuras reticuladas de acero o vigas tipo cajón de hormigón postensado, o mediante estructuras colgadas.

c) Puentes Arco

Un puente de arco es un puente con apoyos a los extremos de la luz, entre los cuales se hace una estructura con forma de arco con la que se transmiten las cargas. Los puentes en arco trabajan transfiriendo el peso propio del puente y las sobrecargas de uso hacia los apoyos mediante la compresión del arco, donde se transforma en un empuje horizontal y una carga vertical. Se transmiten unas reacciones horizontales a los apoyos y, en consecuencia, el terreno de cimentación ha de ser capaz de resistir tales esfuerzos.

Cuando la distancia a salvar es grande pueden estar hechos con una serie de arcos, aunque ahora es frecuente utilizar otras estructuras más económicas. El rango óptimo está comprendido entre 60 y 200 metros.

d) Puentes Colgantes

Un puente colgante es un puente sostenido por un arco invertido formado por numerosos cables de acero (cable principal), del que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales. El puente colgante es, igual que el arco, una estructura que resiste gracias a su forma; en este caso salva una determinada luz mediante un mecanismo resistente que funciona

exclusivamente a tracción, evitando gracias a su flexibilidad, que aparezcan flexiones en él.

e) Puentes Atirantados

Los elementos fundamentales de la estructura resistente del puente atirantado son los tirantes, que son cables rectos que atirantan el tablero, proporcionándoles una serie de apoyos intermedios más o menos rígidos.

Pero no sólo ellos forman la estructura resistente básica del puente atirantado; son necesarias las torres para elevar el anclaje fijo de los tirantes, de forma que introduzcan fuerzas verticales en el tablero para crear los pseudo-apoyos; también el tablero interviene en el esquema resistente, porque los tirantes, al ser inclinados, introducen fuerzas horizontales que se equilibran en el propio tablero porque su resultante, igual que en la torre, debe ser nula.

2.4 Elección del Tipo de Puente

La elección del Tipo de puente estará dado principalmente por un análisis del territorio donde se pretende construir. Se debe asumir diferente tipo de terreno para costa, sierra o montaña, para lo cual también se tendrá en cuenta el tipo de materiales a utilizar.

Por ejemplo para el caso de zona de sierra resulta ideal la construcción de un puente colgante, puesto a la gran flexibilidad que su forma le otorga, haciéndolo resistente a desplomarse por el efecto de los fuertes vientos que afectan dicha zona del Perú.

En cambio para la zona rural de la costa, como es el Caso del presente estudio, es siempre recomendable un puente Típico o Puente Recto de viga.

CAPÍTULO III.- ESTUDIOS DE CAMPO

3.1.- Estudio Topográfico

3.1.1 Introducción

La Topografía es el arte de localizar puntos y objetos por medio de distancias horizontales y verticales sobre la superficie terrestre, igualmente midiendo ángulos entre rectas terrestres previamente determinados, lo cual se plasma sobre un plano a escala. Para nuestro Caso Estudio hemos sido cautelosos de que los instrumentos y el grado de precisión empleados para los trabajos de campo topográficos del Puente Santa Elena Alta y el procesamiento de los datos sean consistentes con la dimensión del puente y sus accesos y con la magnitud del área estudiada.

3.1.2 Objetivos del Estudio Topográfico

➤ Objetivo General

Realizar el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto documentado a Escala 1:1000.

➤ Objetivos Específicos

- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.
- Elaborar los Planos de Ubicación y Localización del proyecto.

3.1.3 Localización del Proyecto

El puente Santa Elena Alta se encuentra ubicado en el Centro Poblado Santa Elena Alta del distrito de Querecotillo, de la provincia de Sullana, Región Piura. Para llegar al puente se sigue desde la ciudad de Querecotillo capital distrital del

distrito del mismo nombre, por la carretera asfaltada a Lancones en buen estado de conservación, a una distancia de 1.50 Km existe un desvío a la izquierda de una trocha carrozable en mal estado de conservación, la cual se recorre en una distancia de 0.525 Km para llegar al Puente Santa Elena Alta.

El puente está delimitado por las siguientes coordenadas UTM WG84, tomadas en los extremos del puente:

CUADRO DE COORDENADAS UTM WG84		
PUNTOS	NORTE	ESTE
1	9467316.37	539883.37
2	9467318.00	539885.00
3	9467333.57	539873.88
4	9467331.93	539872.23

3.1.4 Descripción del Proyecto

El Puente Santa Elena Alta salva el obstáculo del Canal Miguel Checa que conduce aguas hasta de 19.00 m³/seg y sirvió como solución vial vehicular y peatonal al cruce de dicho canal.

Como resultado del levantamiento topográfico se obtuvo que el puente es de un solo tramo constructivo, apoyado en los extremos, con una longitud total del puente de 15 metros. Se midieron las dimensiones de Calzada, la cual tiene 1.90 metros de ancho de un solo carril y sardineles de 0.20 metros de ancho y altura de 0.25 metros. La pendiente longitudinal promedio en el puente es de 1.63%.

Nuestro estudio topográfico contiene un levantamiento general de Planta, planimetría con curvas de nivel cada metro debido a las condiciones topográficas y la naturaleza del obstáculo que se salva, un plano de ubicación y otro de localización.

Después de tener todos los datos de campo, abscisas, coordenadas, puntos de referencia y dimensiones de la estructura se procesaron éstos datos en el software

AutoCAD; se hizo el esquema general en planta el cual incluye, abscisado en metros, obstáculo que salva, tipo de puente y el sentido de la corriente, y como resultado se presenta el plano que se presenta en el levantamiento general en planta.

Los planos de Planta, Ubicación y localización se presentan en los Anexos.

3.2.- Estudio Hidrológico

GENERALIDADES

En forma general la **hidrología** es una rama científica que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Las aguas superficiales se producen por escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma correntosa, como en el caso de corrientes, ríos, quebradas y arroyos, o aguas quietas: Lagos, mares, embalses, etc.

La finalidad entonces de realizar un Estudio Hidrológico definido por el MTC - en su Manual de Diseño de Puentes es: Establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas extraordinarias y los factores hidráulicos, que conlleven a una real apreciación del comportamiento hidráulico de la fuente superficial del agua, que permitan definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación óptima en función de niveles de seguridad o riesgos permitidos, para las características particulares de la estructura.

Nuestro Caso – Estudio tiene características especiales, pues el obstáculo que se pretende salvar con la construcción de esta infraestructura, son las aguas del Canal Miguel Checa, cuyas aguas son reguladas por el Sistema Hidráulico Chira – Piura, quienes han determinado que el caudal de máxima avenida para este canal es de 19

m³/seg, cuando los turnos de regantes están ubicados aguas abajo del caserío Santa Elena Alta y 5 m³/seg cuando los turnos de regantes están ubicados aguas arriba del mencionado caserío.

De todo lo anteriormente expuesto el objetivo de este estudio es el de establecer en forma puntual las características Hidrológicas del régimen de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico del Canal Miguel Checa, que permitan definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación óptima en función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para las características particulares de la estructura.

Con respecto a las avenidas máximas que soporta el Canal Miguel Checa, éstas se producen durante eventos de El Fenómeno de El Niño. Como es lógico los Administradores del Agua del Proyecto Especial Chira – Piura, con la finalidad de mantener la capacidad máxima de almacenamiento de la represa de Poechos, realizan descargas de agua a través de los sistemas de aliviadero dentro de los que se encuentra el Canal Miguel Checa. El último evento océano – atmosférico extraordinario que ha sucedido ha sido el acontecido el año pasado 2016, al que se le denominó “El Niño Costero”. Por indagaciones a pobladores del caserío Santa Elena Alta sobre el comportamiento de las aguas durante este evento a su paso por el puente, nos manifestaron que no se habían producido desbordes sobre el canal, ya que los niveles siempre permanecieron 0.50 m por debajo de este viaducto.

Del Estudios de Caracterización Hidrológica del Canal Miguel Checa, realizado en el año 1993, elaborado para la elaboración del Expediente Técnico del actual Puente Santa Elena, se han podido obtener los siguientes parámetros:

▪ Caudal de máxima avenida	19 m ³ /seg
▪ Comportamiento hidráulico	turbulento
▪ Área de flujo confinada por el caudal	30.00 m ²
▪ Nivel máximo de agua (NMA)	2.00 m
▪ Nivel mínimo de agua (NMiA)	0.00 m

3.3.- Estudio de Mecánica de Suelos

Geológicamente el área está constituido por rocas de Edad Terciaria de las Formaciones Chira – Verdún, caracterizadas por presentar una litología compuesta por una alternancia de lutitas y areniscas de color marrón y gris verdosa respectivamente; y que conforman las pequeñas colinas que se observan a lo largo del curso inferior del Río Chira, particularmente en su margen Izquierda. Suprayaciendo a la rocas Terciarias, afloran depósitos Cuaternarios Pleistocénicos constituidos por conglomerados y areniscas de matriz carbonatada, de resistencia media a alta; finalmente se encuentran los depósitos cuaternarios contemporáneos, caracterizados por presentar diversidad, destacando los depósitos aluviales, deluviales y eólicos en proceso de diagénesis.

El relieve de la zona es de una topografía moderada, formando colinas y depresiones por donde drenan las aguas durante la épocas de intensa precipitación pluvial (meses de enero a marzo).

Los valores promedios de las propiedades geomecánicas de los suelos encontrados en la excavación de las calicatas entre la profundidad de 0.00 – 1.20 m. se resumen en el siguiente cuadro:

Calicata	Gravas %	Arenas %	Arcilla %	IP %	W %	Densidad Maxima Gr/cm³	Humedad Optima %
C – 1	0.00	7.82	92.18	14.02	5.73	1.81	11.17
C – 2	0.00	6.75	93.25	13.21	5.49	1.82	10.96

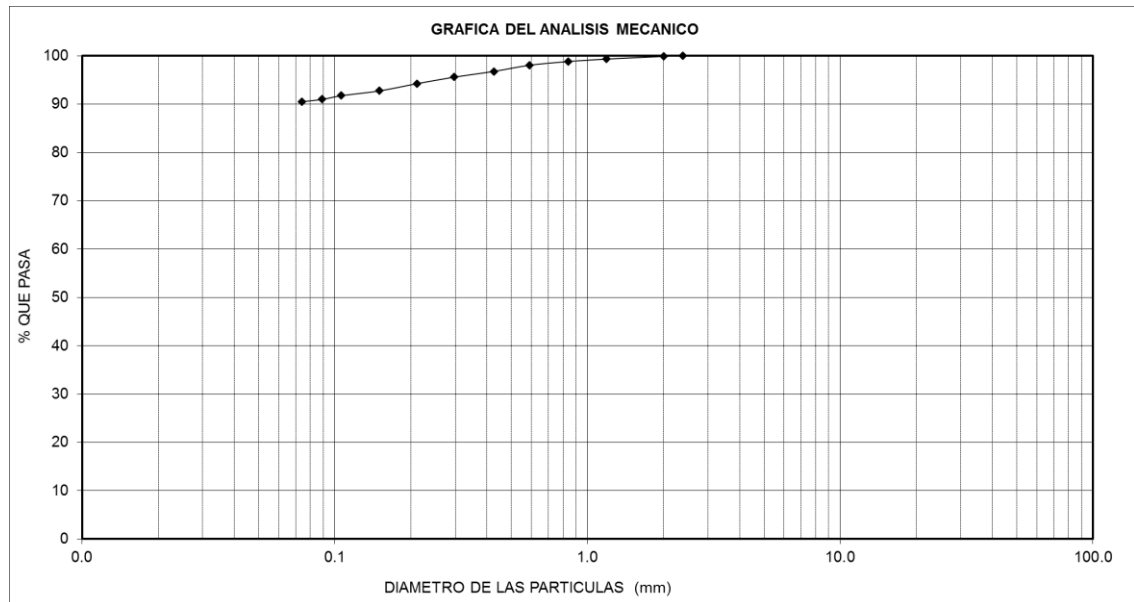
Análisis granulométrico por tamizado.-

Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco permite identificar el tipo de suelo, que juntamente con el ensayo de Atterberg permite la clasificación de los suelos; (ver curvas granulométricas).

TABLA N° 4
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ		C - 1		C - 2	
		PROF.: 0.00 - 1.20m.		PROF.: 0.00 - 1.20m.	
STANDARD	TAMAÑO	%	%	%	%
N°	mm.	RETENIDO	QUE PASA	RETENIDO	QUE PASA
5" n.n	127.060				
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520				
1/4"	6.500				
N°4	4.760				
" 8	2.380		100.00		100.00
" 10	2.000	0.10	99.90	0.14	99.86
" 16	1.190	0.51	99.38	0.55	99.31
" 20	0.840	0.44	98.95	0.50	98.81
" 30	0.590	0.67	98.28	0.76	98.05
" 40	0.426	1.13	97.15	1.26	96.79
" 50	0.297	1.26	95.90	1.19	95.60
" 70	0.212	1.54	94.36	1.33	94.26
" 100	0.150	1.79	92.56	1.50	92.76
" 140	0.106	1.44	91.13	1.00	91.76
" 170	0.089	0.64	90.49	0.76	91.00
" 200	0.074	0.31	90.18	0.48	90.52
- 200		90.18	0.00	90.52	0.00
GRAVAS		0.00	Observaciones	0.00	Observaciones
ARENAS		9.82		9.48	
LIMOS - ARCILLAS		90.18			90.52
SUCS		CL		CL	

FIGURA
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Finalmente de acuerdo a los niveles establecidos de ambos estribos, los valores de la Capacidad de Carga y capacidad Admisible o presión de Diseño (Pt) de los suelos, considerados medianamente densos, varía de la forma siguiente:

CALICATA C – 1

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	g gr/cm ³	c Kg/cm ²	f	N' c	N' q	N' g	Qc Kg/cm ²	Pt Kg/cm ²
ZAPATAS AISLADAS	0,80	0,80	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,70	0,90
	1,00	0,80	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,93	0,98
	1,20	0,80	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,16	1,05
	0,80	1,00	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,73	0,91
	1,00	1,00	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,96	0,99
	1,20	1,00	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,19	1,06
	0,80	1,50	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,81	0,94
	1,00	1,50	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,04	1,01
	1,20	1,50	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,27	1,09
CIMENTOS CORRIDOS	0,80	0,30	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,63	0,88
	1,00	0,30	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,86	0,95
	1,20	0,30	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,09	1,03
	0,80	0,45	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,66	0,89
	1,00	0,45	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,89	0,96
	1,20	0,45	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,12	1,04
	0,80	0,60	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,69	0,90
	1,00	0,60	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	2,92	0,97
	1,20	0,60	1,77	0,10	28	16,5	6,5	2,3	3,15	1,05

CALICATA C – 2

TIPO DE ESCTRUTURA	Df m	B m	g gr/cm3	c Kg/cm2	f	N'c	N'q	N'g	Qc Kg/cm2	Pt Kg/cm2
	0,80	0,80	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,02	1,01
	1,00	0,80	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,25	1,08
	1,20	0,80	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,47	1,16
ZAPATAS AISLADAS	0,80	1,00	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,05	1,02
	1,00	1,00	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,28	1,09
	1,20	1,00	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,51	1,17
	0,80	1,50	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,13	1,04
	1,00	1,50	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,36	1,12
	1,20	1,50	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,59	1,20
	0,80	0,30	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	2,95	0,98
	1,00	0,30	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,18	1,06
	1,20	0,30	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,41	1,14
CIMIENTOS CORRIDOS	0,80	0,45	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	2,98	0,99
	1,00	0,45	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,21	1,07
	1,20	0,45	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,44	1,15
	0,80	0,60	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,01	1,00
	1,00	0,60	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,24	1,08
	1,20	0,60	1,75	0,12	28	16,5	6,5	2,3	3,47	1,16

3.4.- Estudio de Tránsito

3.4.1 GENERALIDADES

El Estudio de Tráfico nos proporciona una estadística de tránsito existente en el puente, con la cual se podrá efectuar la decisión del presente estudio.

La carretera Querecotillo – Santa Elena Alta, pertenece al tipo de camino afirmado, secundario vecinal, administrado por la Municipalidad Distrital de Querecotillo.

Debemos indicar que en la actualidad el Puente Santa Elena Alta, por su mal estado de conservación, está restringido sólo al tráfico de vehículos ligeros.

La demanda para el proyecto está determinada por el Tráfico Normal y Tráfico Generado de los vehículos que en la actualidad circulan por el puente.

Tráfico Normal, constituido principalmente por los vehículos de transporte de pasajeros y de carga que actualmente transitan por el puente.

Tráfico Generado, la construcción y/o mejoramiento de un puente promueve siempre un mayor flujo vehicular, por lo que se considera que con la ejecución del proyecto se generará un tráfico adicional, que en estos momento no es posible cuantificar, pero que de acuerdo a las indicaciones de la OPI del Ministerio de Transportes puede estimarse en un 15 % del Tráfico Normal aproximadamente.

Para estimar la demanda actual se efectuó un Estudio de Conteo Vehicular para 03 días y en horas punta, justificándose esto por ser tramos que no ocasionan un alto congestionamiento vehicular y porque el puente se encuentra cerrado a vehículos pesados y medios.

3.4.2 INDICE MEDIO DIARIO

El Índice Medio Diario, es el volumen de tránsito que circula durante las 24 horas. Para el presente estudio de conteo de tráfico, se ha realizado para un período de 03 días continuos en la Estación de Control vehicular (Puente Santa Elena Alta), ya determinado anteriormente.

Metodología

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio, se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo y las recomendaciones del “Manual para Estudio de Tráfico”, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular.

Las labores de Conteo y clasificación en el campo se desarrollaron de la siguiente forma: 03 días continuos los días Viernes 22 de Septiembre, sábado 23 de Septiembre y Domingo 24 de Septiembre del 2017 y en horas punta; de 7:00 – 9:00 AM, 12:00 – 2:00 PM y de 6:00 – 8:00 PM.

En el siguiente cuadro se presenta el IMD para cada tipo de vehículos:

PUENTE SANTA ELENA ALTA				
TABLA N° 05				
CLASIFICACION VEHICULAR POR TIPO DE VEHICULO				
TIPO DE VEHICULO	IDA Y VUELTA PTE. STA ELENA A. 22/09/2017	IDA Y VUELTA PTE. STA ELENA A 23/09/2017	IDA Y VUELTA PTE. STA ELENA A 24/09/2017	TOTAL
MOTOS	10	12	12	34
MOTOTAXIS	11	14	11	36
CAMIONETAS				
TRAFICO NORMAL	21	26	23	70
FUENTE: Elaboración propia				

TABLA N° 06		
DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL IMD		
TIPO DE VEHICULO	TOTAL	DISTRIBUCION %
V. Menmores	70	100
TRÁFICO NORMAL	70	100
IMD	23	

Factores de Corrección

El factor o coeficiente de corrección, se tomara de los datos del Ministerio de Transporte, para este tramo.

F. C. E Vehículos ligeros :	1.08297100
F. C. E Vehículos pesados :	1.07648562

Aplicar la siguiente Fórmula: $IMDa = IMDs * FC$

$IMDs = \sum Vi/7$

IMDs.- Índice Medio Diario

IMDa.- Índice Medio Anual

Vi.- Volumen vehicular diario

FC.- Factor de corrección

❖ Demanda Actual

TABLA N° 7		
IMD Puente Santa Elena Alta		
TIPO DE VEHICULO	VEH/DIA	%
V. Menores	25	100.00
TOTAL	25	100.00

❖ Demanda Proyectada

Para la proyección vehicular de pasajeros, se considera la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o(1 + T_c)^n$$

Donde:

P_o = Tráfico inicial (año base 2014)

N = Año a estimarse

T_c = tasa de crecimiento por tipo de vehículo

P_f = Tráfico final o tráfico a estimarse

PROYECCIONES DEL TRANSITO

Vehículos de pasajeros : $T_c = 0.9$ % anual
Vehículos de carga : $T_c = 2.0$ % anual

Demanda proyectada

TABLA N° 8											
PROYECCION DE LA DEMANDA											
TIPO DE VEHICULO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
V. Menores	25	27	30	32	35	38	42	46	50	54	59
AUTO	25	27	30	32	35	38	42	46	50	54	59

CONCLUSIONES

Se realizó este estudio para conocer cuál es la vialidad mas congestionada en la zona en que se desarrollara el proyecto, para esto se efectuaron aforos vehiculares en el Puente Santa Elena Alta. Los aforos fueron realizados en los horarios de máxima demanda que fueron de de 7:00 – 9:00 AM, 12:00 – 2:00 PM y de 6:00 – 8:00 PM., los viernes, sábados y domingos, lo cual nos da como demanda proyectada:

TABLA N° 8											
PROYECCION DE LA DEMANDA											
TIPO DE VEHICULO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
V. Menores	25	27	30	32	35	38	42	46	50	54	59
AUTO	25	27	30	32	35	38	42	46	50	54	59

Finalmente se debe anotar que en la actualidad este puente se utiliza para tránsito peatonal y de vehículos menores (motos y mototaxis).

CAPÍTULO IV.- EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA

4.1. Introducción

Al igual que las edificaciones, los puentes son estructuras que tienen una vida útil que depende exclusivamente del adecuado mantenimiento que se les proporcione durante su existencia. El escaso mantenimiento que se realiza al sistema estructural de estos viaductos, aumenta la probabilidad de deterioro en su estructura y la generación de cierres parciales de la vía o el colapso del puente en casos extremos.

La importancia del Puente Santa Elena Alta radica en que su existencia favorece el desarrollo económico de la zona, porque facilita el flujo de la producción y en las relaciones humanas, porque conectan a las personas ofreciendo acceso a nuevas oportunidades, todo este estado de cosas nos impulsa para el conocimiento en la construcción y mantención de dicha estructura.

Esta investigación se centra en las tareas de identificación de patologías del Puente Santa Elena Alta, que es un puente pequeño rural costero con el objeto de evaluar las fallas estructurales en la superestructura y proponer la intervención en las estructuras falladas.

En este trabajo consideraremos aspectos de diseño, tales como obstáculos superados, vistas laterales, materiales de construcción, naturaleza del tránsito, etc., y la investigación aplicada es el trabajo de campo, procedimiento técnico obtenido de la Guía de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

Identificar y caracterizar las patologías presentes en cada uno de los elementos del puente Santa Elena Alta, para determinar su posibilidad de reparación, rehabilitación, mantenimiento de la estructura según sea el caso.

4.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las fallas estructurales en la superestructura del puente
- Evaluar las fallas estructurales en la subestructura del puente

4.3 Base legal

- Guía para la Inspección de Puentes, aprobado mediante Directiva N° 01 – 2006 –MTC/14.
- Manual de Diseño de Puentes, aprobado mediante R. M. N° 589 – 2003 – MTC/02 del 31.07.03.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por D. S. N° 001 – 2010 VIVIENDA.

4.4 Definiciones Previas

Inspección Visual

La inspección visual, es el reconocimiento o revisión a través de la observación de todos los elementos estructurales y no estructurales de puentes, que puedan afectar su condición; a los cuales se tiene acceso por parte de un inspector con el fin de evaluar su estado de deterioro el día de la inspección. Para realizar dicha labor, se utilizó como referencia la Guía para la Inspección de Puentes, aprobado mediante Directiva N° 01 – 2006 –MTC/14.

Inspección de Puentes

La inspección se define como el conjunto de acciones técnicas de campo y gabinete, realizadas de acuerdo con un plan previo, que facilitan los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado del puente.

El concepto de seguridad va de la mano con los puentes, así que uno de los objetivos de la inspección está relacionado, con asegurar el tráfico sin riesgo (Inspección de Seguridad). Igualmente unido al concepto de seguridad, aparece el término de funcionalidad o mantenimiento de las condiciones de servicio. Entonces la Inspección también tiene por objeto detectar las deficiencias existentes, para poder recomendar las acciones correctivas (Inspección de Mantenimiento).

El Inspector debe hacer una comparación de la condición o grado de deterioro. Los diagramas bien elaborados son muy útiles para determinar, en investigaciones futuras, el desarrollo de las fallas y para ayudar a determinar los cambios y su magnitud. Se incluirán todas las recomendaciones e instrucciones para la reparación o el mantenimiento correspondiente.

Patología Estructural

La Patología Estructural se define como el estudio metódico de los orígenes, formas manifiestas, consecuencias y mecanismos de ocurrencia de fallas y sistemas de daños en las estructuras. Las patologías estructurales que se presentan en los puentes varían en intensidad e incidencia, provocando muchas veces altos gastos de reparación.

Instrumentos

Los instrumentos o medios materiales a utilizar para la recoger y almacenar la información son:

- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Lupa
- Crayolas o marcadores para resaltar fisuras
- Martillo y cincel
- Elementos de seguridad

Ejecución de la Inspección

La inspección visual nos permite realizar la evaluación del deterioro de todos los componentes del puente, a los cuales se tiene acceso. Para realizar dicha labor se utilizó la Guía para la Inspección de Puentes, aprobado mediante Directiva N° 01 – 2006 –MTC/14, la misma que se detalla a continuación:

Tabla N° 09

Cuadro de condición global del puente:

Calificación	Descripción de la Condición
0	Muy bueno : No se observa problemas
1	Bueno : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	Regular : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy Malo : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"> – Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto – La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. – Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .
5	Pésimo : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"> – Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura – El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Los diferentes elementos a ser inspeccionados serán agrupados en tres grandes divisiones:

Superestructura

Los materiales utilizados en las superestructuras, condicionan los daños de cada uno de los elementos de estos viaductos, así los daños de una superestructura de concreto armado es diferente si ésta se ha construido con armaduras metálicas, concreto pre tensado u obras pre fabricadas.

Para el caso de concreto armado es común encontrar grietas, fisuras y facturas.

Fisuras o aberturas que afectan la superficie de los elementos de la superestructura. La fisura se caracteriza porque la abertura tiene un ancho menor a los 0.4 mm.

Grietas o aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural. Las grietas tienen su origen en los esfuerzos mecánicos que provienen del exceso de carga y por expansión térmica y contracciones de fragua. Las aberturas de las grietas tienen una abertura entre 0.4 y 1.0 mm.

Fracturas, son roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de la aparición de esfuerzos que superan la capacidad resistente del material. Las fracturas se caracterizan por tener un ancho entre 1.0 y 5.0 mm.

En el caso de las vigas y largueros de acero, debe vigilarse la existencia de grietas y de corrosión, principalmente, en las alas superiores, alrededor de los remaches, pernos y en las áreas de soldadura.

Subestructura

Dentro del término subestructura se incluyen estribos, pilas y sistemas de apoyo. Dentro de la amplia variedad de defectos y deterioros observables en este tipo de elementos, deben incluirse en un informe las fisuras y grietas que puedan observarse y que puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, el mal funcionamiento de apoyos, etc.

Pilas y estribos.- Revisar su cimentación, principalmente, cuando es directa para detectar cualquier inicio de erosión o socavación, la presencia y severidad de grietas, así como mencionar cualquier cambio en la posición o verticalidad. Revisar la existencia de grietas, ya que estas pueden ser indicios de socavación o hundimientos.

Apoyos.- Es importante asegurar su adecuado funcionamiento, cuidando que no existan daños en los pernos de anclaje, estén ajustados adecuadamente, libres de materiales extraños para que haya libertad de movimientos.

Se debe asegurar que no exista:

- Grietas por compresión o sobrecarga.

- Humedad.
- Sedimentación.

Por lo regular los apoyos de los extremos son los más intemperizados y necesitan limpieza continua para asegurar su funcionalidad.

Cimentación

Normalmente la inaccesibilidad de la cimentación hace que las posibles fallas tengan que ser detectadas indirectamente en forma de movimientos excesivos, fisuración, etc. o a través de otros signos en la superestructura.

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades:

Nivelación del tablero.

Inspecciones subacuáticas.

Juntas de expansión.- Observar que tengan el espacio adecuado para los desplazamientos por efectos térmicos y que estén libres de basura.

Tableros.- Buscar agrietamientos, descascaramientos, baches u otras evidencias de deterioro.

Sistemas de drenaje.- Revisar el drenaje para evitar encharcamientos, que los drenes estén libres de basura y funciones correctamente.

4.5 Descripción de la Estructura

El Puente Santa Elena Alta, se encuentra situado en la carretera de carácter vecinal Querecotillo – Santa Elena Alta de la provincia de Sullana y está construido sobre el Canal Miguel Checa. Une los poblados de Santa Elena Alta y Hualtaca de la margen derecha del mencionado canal con su capital distrital Querecotillo. Para llegar al Puente Santa Elena Alta desde Querecotillo se sigue por la carretera asfaltada en buen estado de conservación que va a Lancones y a 1.50 Km de distancia de la ciudad capital Querecotillo, existe un desvío izquierdo que se

continúa en una trocha carrozable de 0.525 Km de longitud en mal estado de conservación.

Se ubica en las coordenadas UTM WG84 9467331.93 Norte y 539872.23 Este.

El puente Santa Elena Alta, es una estructura mixta de concreto y estructura metálica, de un solo tramo de construcción. Tiene una longitud total de 15.00 m., con un ancho de calzada de 1.90 m, cuenta con dos sardineles a los costados del puente de 0.20 m de ancho, siendo el ancho total del puente de 2.30 m. La altura del sardinel es de 0.25 m.

El Puente es Tipo simple de un solo tramo constructivo, apoyado en los extremos. La losa es de concreto armado de acuerdo a las Especificaciones AASHTO para el diseño de puentes y las vigas longitudinales son de acero de 11.00 m de largo, las cuales en los extremos se apoyan sobre 02 vigas transversales de concreto armado de 0.40 m de ancho, 0.40 de alto y 2.30 de largo (ancho total del puente).

La obra se construyó a iniciativa de la Municipalidad Distrital de Querecotillo y se inauguró en el año 1,993.

Como primera conclusión, podemos afirmar por las características geométricas del actual puente, que este se diseñó como puente peatonal y por necesidad de sacar los productos agrícolas a mercados locales y regionales, su uso se cambió a vehicular.



FIGURA N° 06.- VISTA LONGITUDINAL DEL PUENTE

En la toma anterior podemos observar las vigas longitudinales de acero deteriorado y al otro lado del puente la producción agrícola de la zona.



FIGURA N° 07.- VISTA SUPERIOR DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA

4.6 Diagnóstico y Resultados

Los puentes son estructuras civiles que acumulan daño gradualmente durante su vida útil, siendo la fatiga, las sobrecargas y los efectos ambientales las principales causas de deterioro. El presente análisis se centra en el deterioro estructural del Puente Santa Elena Alta y por ende se propone aplicar la metodología de la Guía de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, la cual permitirá proponer posibles soluciones de transitabilidad.

Dentro de los factores principales para evaluar y analizar los deterioros del Puente Santa Elena Alta se encuentran: su antigüedad, la variabilidad de las condiciones iniciales de la construcción del puente, la falta de inspección y de mantenimiento, incremento del IMD, variación de la carga del vehículo de diseño, colmatación del canal Miguel Checa, entre otros.

La investigación aplicada al presente estudio es trabajo de campo descriptivo, que comprende la observación directa en el terreno de la obra y la descripción de los hechos, su registro, análisis e interpretación de las fallas estructurales del puente en estudio.

La investigación de campo se ha desarrollado de manera presencial en la estructura del Puente Santa Elena Alta,

Para el presente trabajo se recopilamos los datos correspondientes sobre el antecedente de que las autoridades municipales procedieron al cierre del puente para evitar riesgos de colapsar dicha infraestructura. Luego se procedió a exponer y resumir la información de manera cuidadosa para después analizar minuciosamente los resultados de la inspección y evaluación de las estructuras falladas y determinar su condición actual. Además de presentar los resultados obtenidos de la investigación, se presentan las posibles alternativas de solución para los problemas encontrados.

También podemos establecer que el análisis realizado es del tipo cualitativo y cuantitativo, porque permite evaluar y determinar las diferentes características del puente en mención y las fallas que se han ido produciendo con el paso de los años.

Por otra parte nos permitirá plantear o formular soluciones para la intervención en las estructuras falladas, planteando un mantenimiento y/o reparación necesarios.

4.7 Resultado de la Inspección

Tomando como base la Guía para Inspección de Puentes del MTC - Perú, y luego de realizar la inspección visual del Puente Santa Elena Alta, se procedió a realizar las inspecciones respectivas:

a) Inspección general

En fecha 20 de Septiembre del 2017, se realizó una visita de campo al lugar donde se encuentra ubicado el Puente Santa Elena Alta. En esta fecha se realizaron las primeras tomas fotográficas especialmente panorámicas y se realizaron los Estudios Básicos que nos van a poyar para nuestra labor como son el Estudio Topográfico, de Mecánica de suelos y de Tráfico. Por otro lado se procedió a realizar un recorrido caminando la zona, incluso por debajo del puente con la finalidad de observar y anotar las características básicas del puente detallados en la parte de Descripción de la Estructura.

Esta actividad permitió el reconocimiento del puente en general, tipo de puente, sistema constructivo y el estado actual en que se encuentra. Por último se hizo un monitoreo del comportamiento de la estructura ante el paso de vehículos menores como son motos lineales y mototaxis (trimóviles), *percibiéndose vibraciones al paso de estos vehículos livianos.* Igualmente se obtuvo información de los lugareños respecto a los usos inadecuados de esta estructura diseñada en un inicio como puente peatonal y detalles sobre medio ambiente y entorno que rodea la estructura. Además dicha visita preliminar sirvió para observar deflexiones y desplazamientos de la estructura metálica (vigas longitudinales).

Es necesario indicar que en esta primera visita también se tomó nota de los daños encontrados en los diferentes elementos que servirán para la planificación de la inspección por elementos.

Finalmente se pudo contemplar que existe un adecuado borde libre del canal o apropiado espacio bajo el puente para permitir el paso de las aguas, que lo medimos en la presente inspección en 1.40 m, examinando también el flujo y dirección de la corriente, también la variación de los niveles de agua. Al respecto se pidió información sobre lo acontecido durante el período lluvioso pasado denominado “El Niño Costero”, uno de los eventos más fuertes soportados en la región en los últimos años. Al respecto pudimos recibir la información de los lugareños, los cuales expresaron que el Proyecto Especial Chira Piura, como es natural realizó descargas de agua a través del Canal Miguel Checa con la finalidad de mantener la capacidad máxima de almacenamiento de la represa de Poechos, las cuales no se desbordaron sobre el puente, más bien las aguas estuvieron siempre a unos 0.50 m por debajo del puente.

b) Inspección por elementos

Para la valoración del estado actual de cada elemento, se consideran las observaciones realizadas en fecha 03 de Octubre del 2017, durante la Inspección N° 02. En esta parte del informe se describen las principales observaciones de cada elemento inspeccionado:

Losa de concreto reforzado

La losa presenta un grado de deterioro importante, manifestado principalmente en dos fallas considerables:

- **Fracturas y agrietamiento generalizado**, tanto en la superficie superior de la losa como en su cara inferior. Se ha podido notar dos tipos de grietas, las transversales a la dirección del tráfico, que son las grietas estructurales y están localizadas cada 3 metros, empezando en cada extremo del puente, así como las longitudinales, que son menos exageradas y que se ubican a lo largo del puente.

Por otro lado podemos establecer que se ha percibido fracturas que son roturas que indica un esfuerzo excesivo soportado por este elemento superestructural, patología que puede causar el colapso del puente y el irreparable daño a la comunidad, pues si bien es cierto este viaducto ha sido cerrado para el paso de vehículos, por él todavía circulan trimóviles y no existe un cartel de peligro, que advierta a los transportistas

foráneos para que no utilicen este viaducto, pudiéndose ocasionar un accidente de lamentables consecuencias.

En época de períodos lluviosos característicos de la zona, por las grietas y fracturas se filtra el agua a través de ellas, habiendo realizado una corrosión del acero de la losa.

Deformación de la losa, los puentes en general son estructuras sometidas a cargas variables, pero cuando estas cargas exceden los niveles de diseño se producen deformaciones de estos elementos estructurales. Lo que notamos en la inspección de la losa del Puente Santa Elena Alta es la falta de diafragmas intermedios. Estas vigas transversales intermedias reducen el pandeo lateral de las vigas principales de acero, garantizando el trabajo en conjunto y un adecuado funcionamiento a flexión. Como conclusión podemos afirmar que la falta de diafragmas intermedios en este puente, ha producido el pandeo de las vigas de acero, lo que subsecuentemente ha producido deformaciones en la losa del puente, lo que queda demostrado en el espesor de las juntas de construcción de los extremos de la viga que miden 5.00 cm, siendo su ancho de diseño de 1.00 cm



FIGURA N° 08.- GRIETAS DEL PUENTE



FIGURA N° 09.- GRIETAS EN UN EXTREMO DEL PUENTE



FIGURA N° 10.- OBSERVAMOS GRIETAS Y FRACTURAS

Vigas longitudinales de acero.

La primera patología que pudimos examinar en estas armaduras metálicas son la pintura deteriorada, ya que la pintura se constituye en la principal protección de la estructura ante la corrosión. Luego se ha revisado las uniones del armazón en los

extremos de la viga, que son puntos críticos en los que se acumulan residuos que provocan la corrosión y pérdida de sección en elementos de la armadura. Al respecto se ha detectado corrosión presumiblemente producido por el contacto con el ambiente, agua y sales.

En los anclajes de las vigas de acero con las vigas transversales de concreto armado, es donde se concentra la mayoría de fallas de corrosión y oxidación, según se evidencia en las fotografías que han hecho perder sección de estos elementos. Otra apreciación que podríamos establecer debido a lo examinado es que la longitud de asiento en los empalmes que es de 0.20 m, lo cual consideramos una distancia muy corta, que pone en riesgo la estructura en cuanto se genere un movimiento sísmico severo. El riesgo de la superestructura es que colapse al desplazarse fuera del asiento.

Vigas transversales de concreto armado

Las vigas transversales o de amarre son de concreto armado, las cuales evidencian estar en estado crítico de conservación. En tres de los extremos donde se amarran con las vigas transversales de acero están totalmente destruidas. La explicación de este acontecimiento sugerimos que se motiva por la pasivación del acero o pernos de acero que se han instalado dentro del concreto de las vigas, las cuales por acción espontánea o inducida forman una película inerte que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos, generándose sulfatois y ácidos que han producido ruptura, fractura y descascaramiento del concreto. Este hecho ha producido la exposición del acero estructural de la viga de amarre, ocasionándole daños de corrosión, que pone en riesgo el colapso de la losa del puente.



FIGURA N° 11.- VISTA DE LA VIGA LONGITUDINAL PANDEADA, NOTADO EN LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN



FIGURA N° 12.- CONTEMPLAMOS LA CORROSIÓN Y PÉRDIDA DE SECCIÓN DE LA VIGA EN EL APOYO



FIGURA N° 13



FIGURA N° 14.- RUPTURA Y FRACTURAS EN EL APOYO DE LA VIGA TRANSVERSAL DE CONCRETO

En la figura N°.- Apreciamos la viga transversal de concreto armado en estado crítico.

Estribo

El puente Santa Elena Alta cuenta con 02 Estribos rectangulares ubicadas en los extremos del Puente. Estos elementos estructurales que transmiten las cargas de las superestructuras a la cimentación, están protegidos por aletas de mampostería de piedra con concreto.

Luego de realizar la evaluación respectiva, se puede concluir lo siguiente:

- No existe problemas de socavación en la cimentación de las pilas.
- No existe asentamiento o movimiento diferencial entre pilas
- No existe exposición de acero de refuerzo y corrosión del mismo.
- No existen fisuras por sobrecarga y esfuerzos no considerados en el diseño.

Se ha podido inspeccionar minuciosamente esta estructura y sólo se ha determinado daños menores de descascaramiento leve, que en líneas generales se puede concluir que el estado de conservación de este elemento es Bueno, que sólo existen problemas menores.

Cimentación

La cimentación no se encuentra expuesta, ni se encuentra en zona húmeda, ya que este puente no está construido en el cauce de un río.

En términos generales se puede concluir que no existen problemas de socavación en esta estructura y que su condición es categorizada como Buena.

4.8 Conclusiones y Recomendaciones

4.8.1 Conclusiones

- a) Se percibió una vibración excesiva con el tránsito de vehículos menores sobre el puente.

b) En la losa del tablero observamos Fracturas, grietas y fisuras estructurales. Por otro lado se evidencia el pandeo de dicha estructura, lo cual queda demostrado en la junta de construcción que mide 5.00 cm la que inicialmente fue de 1.00 cm.
Estado Actual: PÉSIMO.

c) El nivel de deterioro de las vigas longitudinales de acero, que afecta la funcionalidad de dicho elemento, se establece por los daños en los extremos de la viga, puntualmente en su amarre con la viga transversal de concreto, evidenciándose en la pintura deteriorada, corrosión y oxidación avanzada, viga pandeada que le transmite dicha deflexión a la losa.

Estado Actual: PÉSIMO

d) El estado de fractura observado en las vigas transversales de concreto armado es excesivo, al punto que su acero estructural ha quedado expuesto y empieza a disminuir su sección por oxidación. Esta estructura está en riesgo de colapsar, porque este elemento estructural está perdiendo resistencia.

Estado Actual: PÉSIMO

e) Estribos y Cimentación, estos elementos de la subestructura no han sufrido daños mayores. Su estado Actual es Bueno.

f) De lo anteriormente expuesto la calificación general del Puente Santa Elena Alta es REGULAR ya que los elementos de la subestructura están en buen estado de conservación y los elementos de la superestructura su condición es crítica

g) No se justifica la demolición total del Puente Santa Elena Alta y la construcción de uno nuevo, ya que se puede recuperar la subestructura que está en buen estado y diseñar una nueva superestructura.

Lo anteriormente expuesto es una propuesta técnicamente aceptable y económicamente viable, ya que la Municipalidad Distrital de Querecotillo no cuenta con los recursos suficientes para asumir la demolición del Puente Santa Elena Alta y la construcción de uno nuevo.

- h) Según la Bibliografía estudiada, las patologías que se presentan generalmente en los puentes obedecen a un patrón de fallas que frecuentemente se presentan. Entonces podemos concluir también que en nuestro Caso Estudio no se apreciaron datos inesperados en el estudio de la evaluación de los puentes.

4.8.2 Recomendaciones

- a) Se recomienda la transitabilidad del Puente Santa Elena Alta, a través de la construcción de una nueva superestructura: Losa de concreto armado y vigas longitudinales y diafragmas también de concreto armado para uso vehicular.
- b) Luego de la intervención técnica sobre el Puente Santa Elena Alta, o sea la construcción de la nueva superestructura: Losa y vigas, se recomienda someter a procesos anuales de inspección y mantenimiento de este puente, con la finalidad de alargar su vida útil residual.
- c) La Municipalidad Distrital de Querecotillo, como encargada de la administración de su red vial vecinal, debe adoptar medidas de conservación y mantenimiento de todos sus puentes, atención diferenciada y exclusiva al resto de los componentes de su red vial local, debido a que los puentes son los puntos débiles y la consecuencia de su falla tiene repercusiones graves sobre la población.

CAPÍTULO V.- ANÁLISIS Y DISEÑO

5.1 Datos del Proyecto

DISEÑO GEOMÉTRICO

Nos permite definir las características geométricas del ancho de la calzada, de las bermas, sardineles, etc.

Al respecto el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC-DGCF, ha preparado el “Manual de Diseño de Puentes”, que fue aprobado mediante RM N° 589-2003-MTC/02, de fecha 31 de Julio del 2003 y constituye una herramienta fundamental para el diseño de puentes seguros y estables en su período de vida útil. El objetivo de este Manual es brindar a la comunidad técnica nacional, un documento para que sea aplicado en cualquier proyecto que involucre la construcción, rehabilitación y ampliación de un puente. Para el presente estudio nos regiremos por este documento de alcance nacional y por las Especificaciones AASHTO para el Diseño de Puentes.

Según las mencionadas normas, el ancho de diseño de vías para un carril es de 3.60 m., medida entre los bordes del puente. Pero para nuestro Caso Estudio, por consideraciones económicas, vía vecinal sin afirmar y el Índice Medio Diario de circulación vehicular muy bajo, sólo consideraremos sardineles a ambos lados del puente de 0.25 m. La luz del puente es dato del proyecto.

En conclusión los datos geométricos del Puente son:

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	UNIDAD	METRADO
LUZ DEL PUENTE	L	m	15.00
ANCHO DE CARRIL	S	m	3.60
ANCHO DE SARDINEL	a	m	0.25
ANCHO TOTAL	A	m	4.10
ANCHO DE VIGAS	b	m	0.40

Materiales

Concreto Armado

Resistencia a la compresión	$f'_c =$	210	Kg/cm ²
Esfuerzo permisible a la compresión	$f'_c =$	84	Kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c =$	217370.65	Kg/cm ²

Acero de Refuerzo

Resistencia a la Fluencia	$f'_y =$	4200	Kg/cm ²
Esfuerzo admisible en tracción	$f'_s =$	1680	Kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	$E_s =$	2100000.00	Kg/cm ²

Peso Específico de los Materiales

Concreto armado	$\gamma_{c^o a^o}$	2.400	T/m ³
-----------------	--------------------	-------	------------------

Sobre Cargas

Sobre carga vehicular: Camión H36

DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL LONGITUDINAL

Separación de viga longitudinal

Número de vigas = 2

Ancho total de la losa = 4.10 m

Según la figura de diseño:

$$a/2 + a + a/2 = 4.10$$

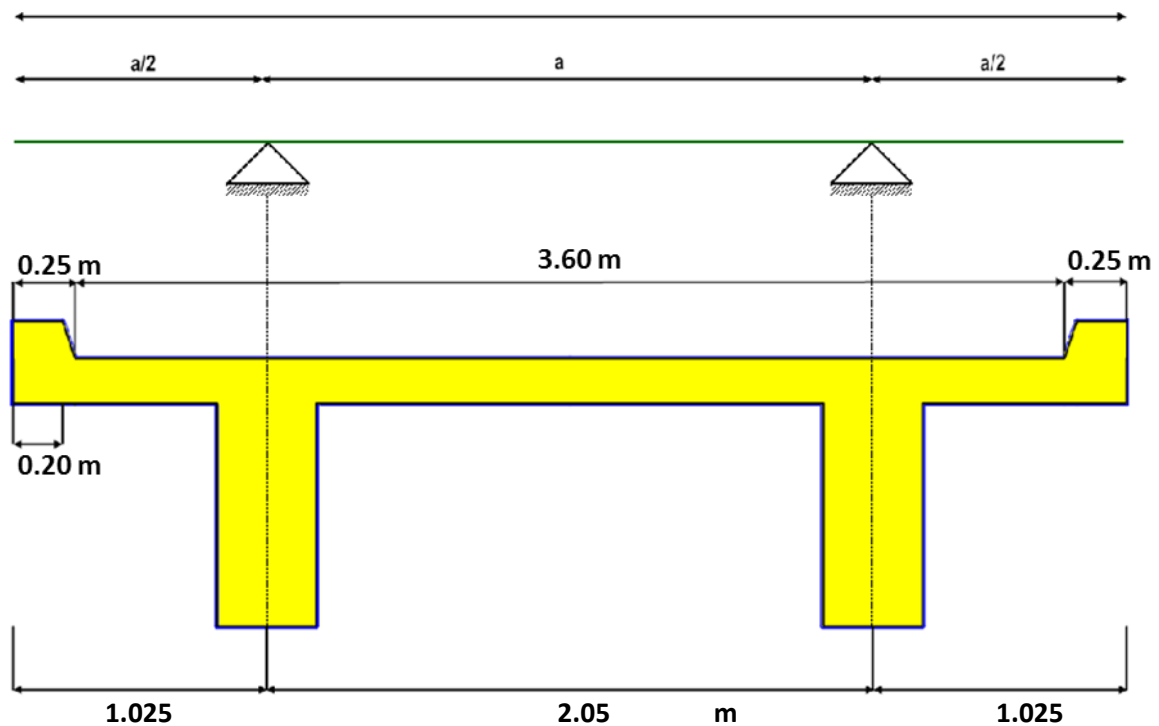
De donde: $2a = 4.10$

$a = 2.05$

En consecuencia:

$a/2 = 1.025$

Este resultado de $a/2 = 1.025$ está dentro del rango de AASHTO que lo limita a menor de 1.80 m., como se muestra en la figura.



Pre dimensionamiento de la losa

Espesor de losa

AASHTO recomienda que el espesor mínimo de losa debe ser mayor a 165 mm., sin descartar la posibilidad de reducirlo si lo demuestran cálculos y/o ensayos, todo esto para controlar las deflexiones y otras deformaciones que podrían afectar adversamente la funcionalidad de la estructura. Aplicaremos la siguiente fórmula:

$$t = \frac{a + 10}{30}$$

$$t = (2.05/0.3048 + 10) / 30$$

$$\underline{\underline{t = 0.56 \text{ pies} = 0.17 \text{ m.}}}$$

Pre dimensionamiento de la viga longitudinal

Peralte de las vigas principales

Para nuestro Caso de Puente Típico, de tramo simple, Viga Tipo “T”, de concreto reforzado; AASHTO y el Manual de Diseño de Puentes MTC-DGCF, con la finalidad de prevenir las deflexiones excesivas que podrían afectar la funcionalidad de la

estructura, recomienda aplicar la fórmula siguiente para determinar la altura del peralte de las vigas.

$$h_1 = 0.07 L \quad \rightarrow \quad h_1 = 1.05 \text{ m.}$$

$$h_2 = 1.1 \frac{L + 9}{18}$$

$$\underline{h_2 = 3.56 \text{ pies} = 1.08 \text{ m.}}$$

Luego concluimos:

Altura del peralte de la viga: $h_{\text{viga}} = 1.08 \text{ m}$

Ancho de viga $b_{\text{viga}} = 0.40 \text{ m}$ (asumido)

Pre dimensionamiento de viga Diafragma

Número de Diafragmas:

Las vigas diafragma o riostra suelen ser dimensionarse con peralte igual al 75% ó 70% del peralte las vigas longitudinales, así como también pueden ser 0.20 m menos que el peralte de las vigas. Otra condición que deben ser satisfechas, según la normatividad que aplicamos, es que el número mínimo de estas, debe ser 4.

Se colocan Diafragmas a cada tercio de luz: $15/3 =$ cada 5.00 m.

$$n_{\text{diaf}} = \frac{L}{L/3} + 1$$

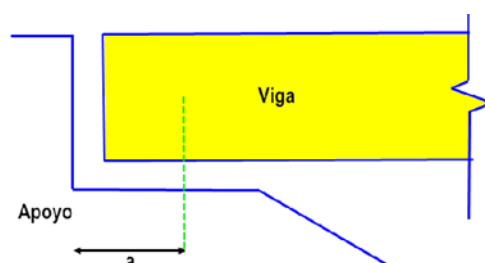
$$\underline{n_{\text{diafragma}} = 15/5 + 1 = 4} \quad \rightarrow \quad \underline{n_{\text{diafragma}} = 4} \quad \text{cada 5.00 m.}$$

Peralte de la viga diafragma

$$h_{\text{diafragma}} = h_{\text{viga}} - 0.20 = 1.08 - 0.20 \quad \rightarrow \quad \underline{h_{\text{diafragma}} = 0.88 \text{ m.}}$$

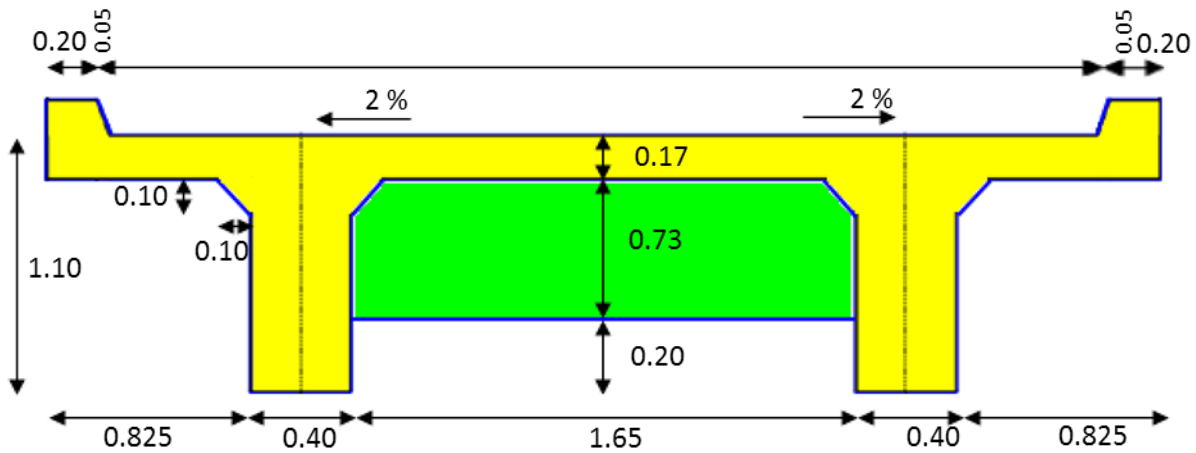
Aumento de la longitud de las vigas longitudinales

61

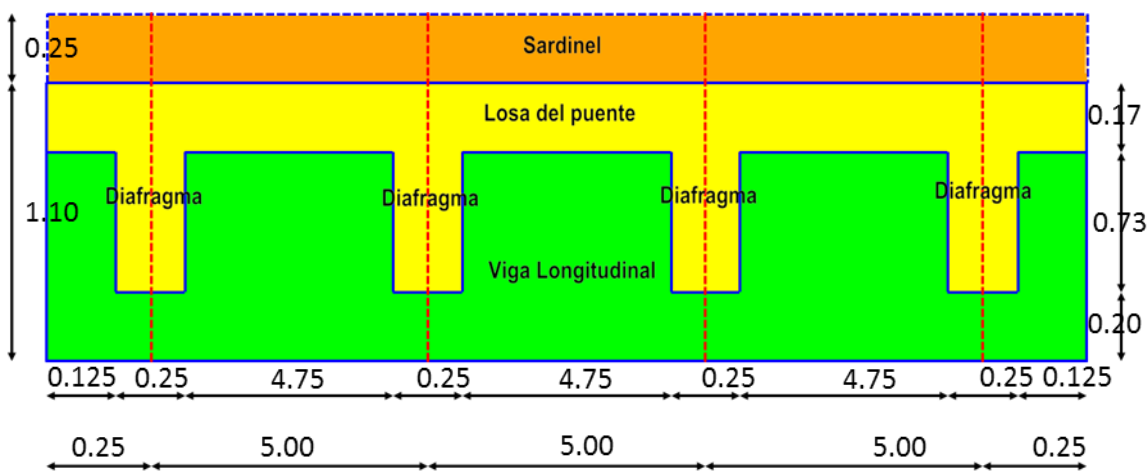


Luego:

$a =$	0.25	m
$L_T =$	15.50	m



Sección Transversal



Sección longitudinal

5.2 Diseño de Losa

↘ **Carga muerta**

Peso Propio W_D , calculado a través de la siguiente fórmula:

$$W_D = t \times c \times y c^{\circ} a^{\circ}$$

Donde:

t = espesor de losa

c = ancho de losa.- 1.00 m

γ_c = Peso específico del concreto armado

$$W_D = (0.17) (1.00)(2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$\underline{W_D = 0.408 \text{ T/m}^2}$$

Momento por carga muerta

Con el modelo estructural de nuestro Caso Estudio y utilizando el Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado ACI 318-95 (Capítulo 8, sección 8.3.3) tenemos los momentos actuantes en la losa de tráfico, que se calculan a través de la fórmula siguiente.

$$M_D = \frac{w_D \times s^2}{10}$$

Donde:

W_D .- Peso propio

s.- separación entre vigas principales corregido

$$s = s' - \frac{2 \times 0.10}{3}$$

s' .- separación entre vigas principales

$$s' = 1.65 - 2 \times 0.1/3$$

$$\underline{s' = 1.58 \text{ m.}}$$

$$M_D = (0.408) (1.58)^2 / 10$$

$$\underline{M_D = 0.102 \text{ Tm.}}$$

↪ Carga viva

Momentos debido a cargas vivas.

Para la obtención de los momentos flexionantes debidos a las cargas vivas, usamos la sección 3.24.3.1 del Manual AASHTO donde para losas con refuerzo perpendicular al tráfico, los momentos flexionantes son :

$$M_L = \frac{s + 0.61}{9.74} P$$

Donde:

P = Peso de la rueda más pesada del Tándem de diseño = 14.78/2

P = 8 Tm

$M_L = [(1.58 + 0.61) / 9.74] 8$

$M_L = 1.802 \text{ Tm.}$

Momento Positivo y Negativo

$M_+ = 0.80 M_L = 0.80 \times 1.802$

$M_+ = 1.441 \text{ Tm.}$

$M_- = 0.90 M_L = 0.90 \times 1.802$

$M_- = 1.621 \text{ Tm.}$

Carga de Impacto

Cálculo del factor de impacto. Para obtener el factor de impacto **I**, debido a la carga viva, se procede de acuerdo con la sección 3.8.2.1 del Manual AASHTO, el cual indica que este coeficiente debe ser menor o igual a 0.30, aplicando la siguiente fórmula de cálculo:

$$\frac{15.24}{s + 38}$$

s.- separación entre vigas

$I = (15.24) / (1.58 + 38)$

I = 0.38

Pero la norma nos indica que I no puede ser mayor de 0.30. Entonces

I = 0.30

Momento debido al impacto.

Para la obtención del momento flexionante debido a la carga de impacto, se utiliza el factor de impacto calculado en el inciso anterior, el cual afecta al momento debido a la carga viva.

$$M_{Impacto} = (\text{Factor de impacto}) (M_L)$$

$$M_{Impacto +} = 0.30 \times 1.441$$

$$\underline{M_{Impacto +} = 0.432 \text{ Tm}}$$

$$M_{Impacto -} = 0.30 \times 1.621$$

$$\underline{M_{Impacto -} = 0.486 \text{ Tm}}$$

➡ **Momento Final**

Para el cálculo del momento final se suman los momentos actuantes, descrito en la fórmula siguiente:

$$\boxed{M_{Final} = M_D + M_L + M_{Impacto}}$$

$$M_{Final +} = 0.102 + 1.441 + 0.432$$

$$\underline{M_{Final +} = 1.976 \text{ Tm}}$$

$$M_{Final -} = 0.102 + 1.621 + 0.486$$

$$\underline{M_{Final -} = 2.210 \text{ Tm}}$$

Verificación del Peralte de losa

Peralte Mínimo, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{2M_{final +}}{f'_c \times k \times j \times b}}$$

Donde:

$$M_{Final +} = 1.976 \text{ Tm}$$

f'_c .- Esfuerzo permisible a la compresión = 0.4×210

$$f'_c = 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = \frac{n}{n + r}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$r = \frac{f_s}{f'_c}$$

$$r = 1680/84 \rightarrow \underline{\underline{r = 20}}$$

$$n = 2100000/217370 \rightarrow \underline{\underline{n = 9.661}}$$

$$k = 9.661 / (9.661 + 20) \rightarrow \underline{\underline{k = 0.326}}$$

$$j = 1 - (0.326/3) \rightarrow \underline{\underline{j = 0.891}}$$

b = ancho de losa = 100 cm

$$b = 100$$

$$d = [(2 * 1.976 * 100,000) / (84 * 0.326 * 0.891 * 100)]^{1/2}$$

$d = 12.73 \text{ cm}$

Verificamos que el cálculo del espesor de nuestra losa es correcto porque 12.73 cm < que 17.00 cm.

Cálculo del espesor de losa corregido

Se obtiene a través de la fórmula siguiente:

$$t_{losa} = d + r + \frac{\varphi}{2}$$

Donde:

t.- espesor de losa

d.- espesor calculado

r.- recubrimiento del fierro (5cm asumido)

φ .- Fierro a usar.- 5/8" asumido.- 1.5875 cm

$$t = 12.73 + 5 + 1.5875 / 2$$

t = 18.50 cm.

Corrección de la carga muerta

$$W_D = t \times 1.00 \times \gamma_c \text{ a}^\circ$$

$$W_D = (0.185) (1.00) (2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$\underline{W_D = 0.444 \text{ T/m}^2}$$

Corrección del Momento por carga muerta

$$M_D = \frac{w_D \times s^2}{10}$$

$$M_D = (0.444) (1.58)^2 / 10$$

$$\underline{M_D = 0.111 \text{ Tm.}}$$

↪ Diseño por Rotura

Acero Positivo

Momento último positivo

Según AASHTO Grupo I, El Momento total último actuante en la losa, se calcula por la fórmula siguiente:

$$M_{u+} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_u = 1.3 [0.444 + 1.67(1.441 + 0.432)]$$

Mu = 4.21 Tm..

Cálculo del Área del acero necesario

Se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$A_s = \frac{1.53 * F_y * F_c * b * d - [(1.53 * F_y * F_c * b * d)^2 - 6.12 * F_y^2 * F_c * b * \mu * 100000]^{0.5}}{1.80 * F_y^2}$$

$$A_s = \frac{1.53 * 4200 * 210 * 100 * 17 - [(1.53 * 4200 * 210 * 100 * 17)^2 - 6.12 * 4200^2 * 210 * 100 * 4.21 \mu * 100000]^{0.5}}{1.80 * 4200^2}$$

$A_s = 9.61 \text{ cm}^2$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14 * b * d}{F_y}$$

$A_{s \min} = 4.24 \text{ cm}^2$
--

Se comprueba que este resultado es correcto.

↪ **Cálculo de la separación del acero de refuerzo por flexión.**

Con el área del acero de refuerzo ya calculado previamente, se procede a su cálculo con la siguiente ecuación:

$$S_{5/8''} = \frac{A_{\text{varilla}} \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

Asumimos Varilla de 5/8". \rightarrow **$A_{\text{varilla}} = 1.98 \text{ cm}^2$**

$$S_{5/8''} = 1.98 * 100 / 9.61$$

$S_{5/8''} = 20.60 \text{ cm}$ \rightarrow Adoptaremos: **$S_{5/8''} = 20.00 \text{ cm}$**

Adoptaremos 1 varilla Ø 5/8" @ 20 cm.

Acero Negativo

Momento último Negativo

Según AASHTO Grupo I, El Momento total último actuante en la losa, se calcula por la fórmula siguiente:

$$M_{u+} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_u = 1.3 [0.111 + 1.67(1.621 + 0.486)]$$

$$M_u = 4.72 \text{ Tm..}$$

De donde se calculan los nuevos resultados

$$A_s = 10.91 \text{ cm}^2$$

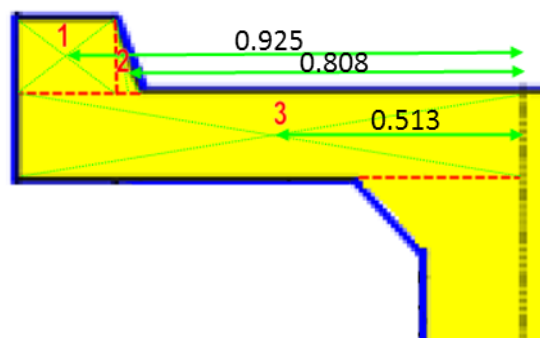
$$A_{s \text{ min}} = 4.24 \text{ cm}^2$$

$$S_{5/8} = 18.15 \text{ cm}$$

Adoptaremos 1 varilla $\varnothing \frac{5}{8}$ " @ 15 cm.

5.3 Diseño del Tramo en voladizo

↪ Momentos por Carga Muerta



TRAMO N° 1.-

De la figura anterior:

Calculamos el Peso Propio:

$$W_d = (0.20 \text{ m})(0.25 \text{ m})(2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$\mathbf{W_d = 0.12 \text{ Tm}}$$

Calculamos la distancia (d) para este tramo:

$$d = a/2 - 0.10 \text{ m} = 1.025 - 0.10$$

$$\mathbf{d = 0.925 \text{ m}}$$

Momento por carga muerta M_D

$$M_D = (0.12 \text{ T})(0.925)$$

$$\mathbf{M_D = 0.111 \text{ Tm}}$$

TRAMO N° 2

$$W_d = (0.05 \text{ m})(0.25 \text{ m})(2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$\mathbf{W_d = 0.030 \text{ Tm}}$$

$$d = (1.025) - 0.20 - (0.05/3)$$

$$\mathbf{d = 0.808 \text{ m}}$$

$$M_D = (0.03 \text{ T})(0.808)$$

$$\mathbf{M_D = 0.024 \text{ Tm}}$$

TRAMO N° 3

$$W_d = (0.185 \text{ m})(1.025 - 0.25 \text{ m})(2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$\mathbf{W_d = 0.344 \text{ Tm}}$$

$$d = 1.025/2$$

$$\mathbf{d = 0.513 \text{ m}}$$

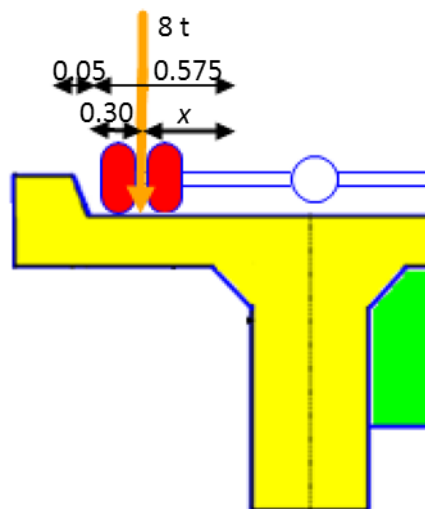
$$M_D = (0.344 \text{ T})(0.513)$$

$$\mathbf{M_D = 0.176 \text{ Tm}}$$

Momentos por carga muerta

<i>Sección</i>	<i>Carga (t)</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Mom (t.m)</i>
1	0.120	0.925	0.111
2	0.030	0.808	0.024
3	0.344	0.513	0.176
Tot =			0.312

↪ Momentos por Carga viva



De la figura anterior:

Calculamos x:

$$x = 1.025 - 0.25 - 0.30 - 0.20$$

$$\mathbf{x = 0.275 \text{ m.}}$$

$$E = 0.80 * 0.275 + 1.143$$

$$\mathbf{E = 1.363}$$

$$M_L = (8Tm)(0.275/1.363)$$

$$\mathbf{M_L = 1.614 \text{ Tm}}$$

Momentos por Impacto

$$M_I = 0.30 * 1.614$$

$$\mathbf{M_I = 0.484 \text{ Tm}}$$

↪ Momento último

El Momento total último actuante en la losa, se calcula por la fórmula siguiente:

$$M_{u+} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_u = 1.3 [0.312 + 1.67(1.614 + 0.484)]$$

$$\boxed{M_u = 4.96 \text{ Tm.}}$$

Cálculo del Área del acero necesario

Se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$A_s = \frac{1.53 * F_y * F_c * b * d - [(1.53 * F_y * F_c * b * d)^2 - 6.12 * F_y^2 * F_c * b * M_u * 100000]^{0.5}}{1.80 * F_y^2}$$

$$A_s = \frac{1.53 * 4200 * 210 * 100 * 12.73 - [(1.53 * 4200 * 210 * 100 * 17)^2 - 6.12 * 4200^2 * 210 * 100 * 4.96 * 100000]^{0.5}}{1.80 * 4200^2}$$

$$\boxed{A_s = 11.54 \text{ cm}^2}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14 * b * d}{F_y}$$

$$\boxed{A_{s_{\min}} = 4.24 \text{ cm}^2}$$

Se comprueba que este resultado es correcto.

↪ Cálculo de la separación del acero de refuerzo por flexión.

Con el área del acero de refuerzo ya calculado previamente, se procede a su cálculo con la siguiente ecuación:

$$S_{5/8''} = \frac{A_{\text{varilla}} \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

$$\text{Asumimos Varilla de } 5/8'' \rightarrow \underline{A_{\text{varilla}} = 1.98 \text{ cm}^2}$$

$$S_{5/8''} = 1.98 * 100 / 11.54$$

$$S_{5/8''} = 17.16 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptaremos: } \underline{S_{5/8''} = 15.00 \text{ cm}}$$

Adoptaremos 1 varilla Ø 5/8" @ 15 cm.

COMPARACIÓN DE MOMENTOS NEGATIVOS.

Momento en el tramo interior =	4.72	t.m
Momento en el voladizo =	4.96	t.m
Entonces tomamos el mayor =	4.96	t.m
Que nos da un acero A_s =	11.54	cm ²

Siguiendo el mismo análisis anterior se tiene que:

$$S_{5/8} = 1.98 * 100 / 11.54$$

$$S_{5/8} = 17.16 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad \text{Adoptaremos: } \underline{S_{5/8} = 15.00 \text{ cm}}$$

Adoptaremos 1 varilla $\emptyset \frac{5}{8}$ " @ 15 cm.

↪ Cálculo del Acero de Repartición.

Para el cálculo del acero de refuerzo principal perpendicular al tráfico empleamos lo que establecen las Especificaciones AASHTO:

$$A_{SR} = \% A_s \quad \text{Pero:}$$

$$\% = 121 / \sqrt{s} < 67$$

$$\% = 121 / (1.58)^{0.5} < 67$$

$$\% = 96.16 \text{ que es mayor que } 67. \text{ Por lo tanto se adopta } 67$$

$$\underline{\% = 67}$$

Acero de Repartición Positivo:

$$A_{SR} = 0.67 \times 9.61$$

$$A_{SR} = 6.44 \text{ cm}^2$$

$$S_{5/8} = \frac{A_{\text{varilla}} \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

$$\text{Asumimos Varilla de } 5/8". \quad \rightarrow \quad \underline{A_{\text{varilla}} = 1.98 \text{ cm}^2}$$

$$S_{5/8} = 1.98 * 100 / 6.44$$

$$S_{5/8} = 30.76 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad \text{Adoptaremos: } \underline{S_{5/8} = 30.00 \text{ cm}}$$

Adoptaremos 1 varilla Ø 5/8" @ 30 cm.

Acero de Repartición Negativo:

$$A_{SR} = 0.67 \times 11.54$$

$$A_{SR} = 7.73 \text{ cm}^2$$

$$S_{5/8''} = \frac{A_{varilla} \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

$$\text{Asumimos Varilla de } 5/8'' \rightarrow \underline{A_{varilla} = 1.98 \text{ cm}^2}$$

$$S_{5/8''} = 1.98 * 100 / 7.73$$

$$S_{5/8''} = 25.61 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptaremos: } \underline{S_{5/8''} = 25.00 \text{ cm}}$$

Adoptaremos 1 varilla Ø 5/8" @ 25 cm.

↪ Armadura de Temperatura

Para calcular la armadura por contracción y temperatura se aplica la siguiente fórmula:

$$A_{St} = 0.001bh$$

Donde $A_{St} \geq 2.54 \text{ cm}$ en cada dirección (Norma AASHTO)

$$\text{Entonces: } A_{St} = (0.001)(100)(18.5)$$

$$A_{St} = 1.85 \text{ cm} < 2.54$$

$$\text{Por lo tanto: } \underline{A_{St} = 2.54 \text{ cm}}$$

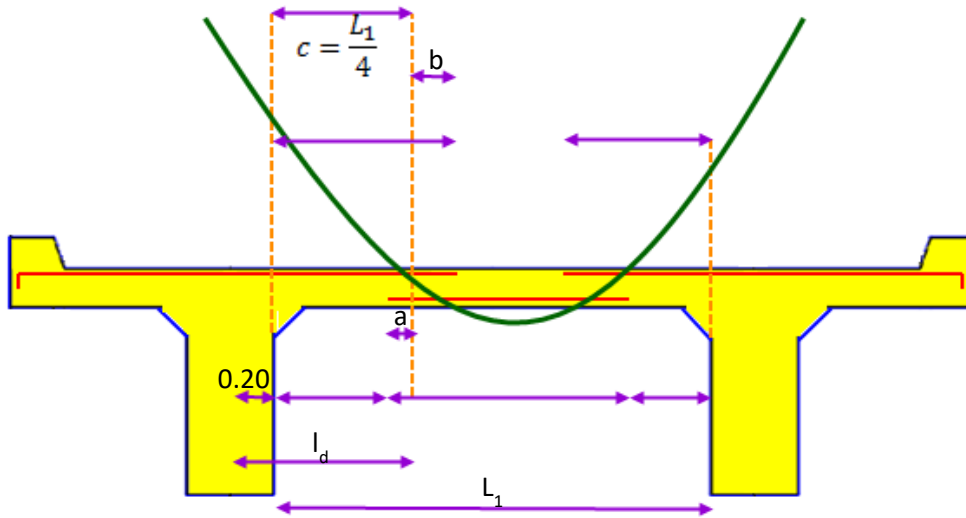
Tomando barras de 3/8" $\underline{A_{varilla} = 0.71 \text{ cm}^2}$

$$S_{3/8''} = 0.71 * 100 / 2.54$$

$$S_{3/8''} = 27.95 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptaremos: } \underline{S_{3/8''} = 25.00 \text{ cm}}$$

Adoptaremos 1 varilla Ø 5/8" @ 25 cm.

Verificación de la longitud de desarrollo y anclaje en losa



$$c = \frac{L_1}{4}$$

$$c = 1.65/4 \quad \rightarrow \quad c = 0.41$$

Adoptaremos: **$c = 0.40 \text{ cm}$**

Longitud de desarrollo para refuerzo positivo:

Se escogerá el mayor valor de $(d, 12d_b)$

$$12d_b = 12 * 5 * 2.54 / 8 = 19.05 \text{ cm}$$

$$d = 12.73 \text{ cm}$$

Mayor (12.73, 19.05) = 19.05 cm.

Para varillas de 5/8" la longitud de desarrollo será

$$l_{ab} = \frac{0.06 A_{s_b} f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$l_{ab} = 0.06 * 1.98 * 4200 / \sqrt{210}$$

$$\rightarrow \underline{l_{db} = 34.43}$$

$$l_{db} = 0.006d_b f_y$$

$$l_{ab} = 0.006 * 1.59 * 4200$$

$$\rightarrow \underline{l_{db} = 40.00}$$

$$c + 0.20 > l_{db}$$

$$\underline{0.40 + 0.20 > 0.40 \rightarrow ok}$$

NOTA.- La mitad del refuerzo positivo de la losa continuará hasta el voladizo cubriendo el requerimiento de la longitud de desarrollo.

Longitud de desarrollo para el refuerzo negativo

Se escogerá el mayor valor de (d, 12d_b, s/16)

$$d = 12.73 \text{ cm}$$

$$12d_b = 12 * 5 * 2.54 / 8 = 19.05 \text{ cm}$$

$$s/16 = 1.65 / 16 * 100 = 10.31$$

$$\underline{\text{Mayor (12.73, 19.05, 10.31) = 19.05 cm.}}$$

Para varillas de 5/8" la longitud de desarrollo será

$$l_{db} = \frac{0.06 A_s f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$l_{db} = 0.06 * 1.98 * 4200 / \sqrt{210}$$

$$\underline{l_{db} = 34.43}$$

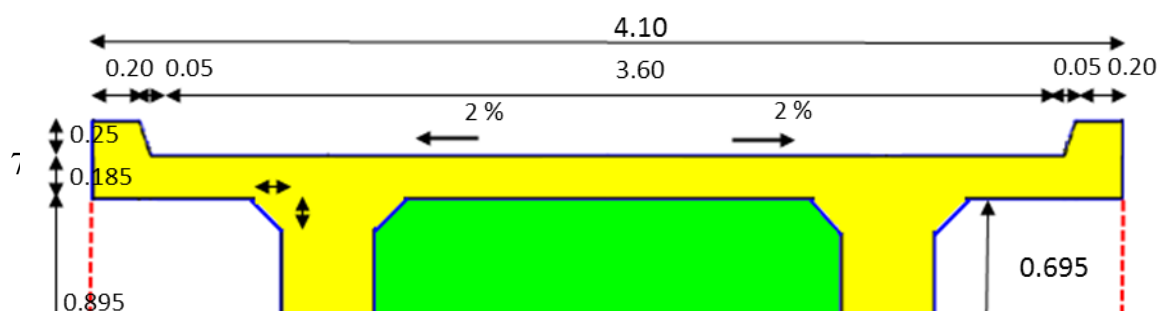
$$l_{db} = 0.006 d_b f_y$$

$$l_{db} = 0.006 * 1.59 * 4200$$

$$\underline{l_{db} = 40.00}$$

$$c + 0.20 > l_{db}$$

$$\underline{0.40 + 0.20 > 0.40 \rightarrow ok}$$



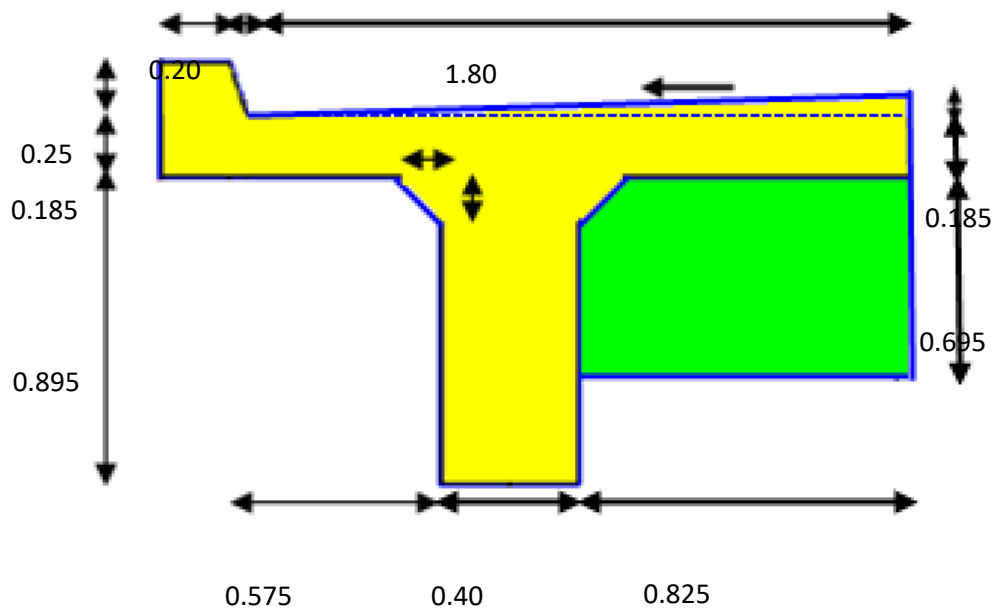
5.4 Diseño de Viga Longitudinal

El peralte y ancho de la losa se han calculado anteriormente en el diseño de la losa:

Peralte: $h = 1.08 \text{ m}$

Ancho: $b = 0.40 \text{ m}$

↪ **Diseño por Flexión**



Carga de la viga longitudinal

Como en el Caso de la losa el Peso Propio se calcula con la fórmula siguiente:

Peso = (peralte)(ancho)(peso específico del concreto)

$$\text{Peso} = a * b * \gamma_{C^{\circ}A^{\circ}}$$

Donde: $\gamma_{C^{\circ}A^{\circ}} = 2.4 \text{ Tm/m}^3$

Aplicando la fórmula anterior se obtiene:

Elemento	Dimensiones		Peso (t/m)
	a (m)	b (m)	
Losa	0.185	2.050	0.910
Bombeo	0.036	1.800	0.078
Viga	0.899	0.400	0.863
Cartelas	0.100	0.100	0.024
Sardinel	0.225	0.250	0.135
$W_D =$			2.010

Carga Muerta del Diafragma ($W_{\text{Diafragma}}$)

$$W_{\text{Diafragma}} = B_d * H_d * s / 2 * \gamma_{C^{\circ}A^{\circ}}$$

B_d .- Ancho del Diafragma.- 0.25 m

H_d .- Altura del Diafragma.- 0.699 m

s .- separación entre vigas.- 1.65 m

$$W_{\text{Diafragma}} = (0.25)(0.699)(1.65/2)(2.40)$$

$$\text{W}_{\text{Diafragma}} = \mathbf{0.346 \text{ Tm}}$$

Momento por Carga Muerta Total

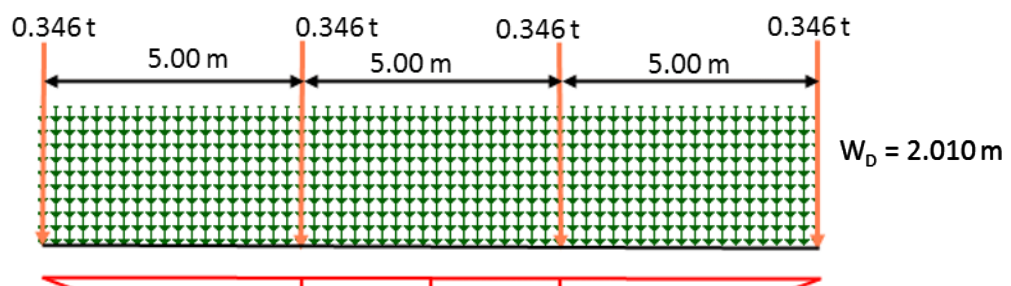
De la Figura:

$X = 5.00 \text{ m}$

$Y = 5.00 \text{ m}$

$M = 7.50 \text{ m}$

$N = 7.50 \text{ m}$



En el Punto Central:

$$D = M \cdot N / (M + N)$$

$$D = 7.5 \cdot 7.5 / 15.00$$

$$\underline{\underline{D = 3.75}}$$

En el Primer Punto

$$X \cdot D / M = (5.00)(3.75) / 7.50 = \underline{\underline{2.50}}$$

En el Tercer Punto

$$Y \cdot D / N = (5.00)(3.75) / 7.50 = \underline{\underline{2.50}}$$

Entonces:

$$M_L = (0.346T)(2.50) + (0.346T)(2.50) + (2.01)(15)^2 / 8).$$

$$\underline{\underline{M_D = 58.27 \text{ Tm}}}$$

↪ **Carga de Impacto**

Carga de Impacto

$$I = 15.24 / (L + 38)$$

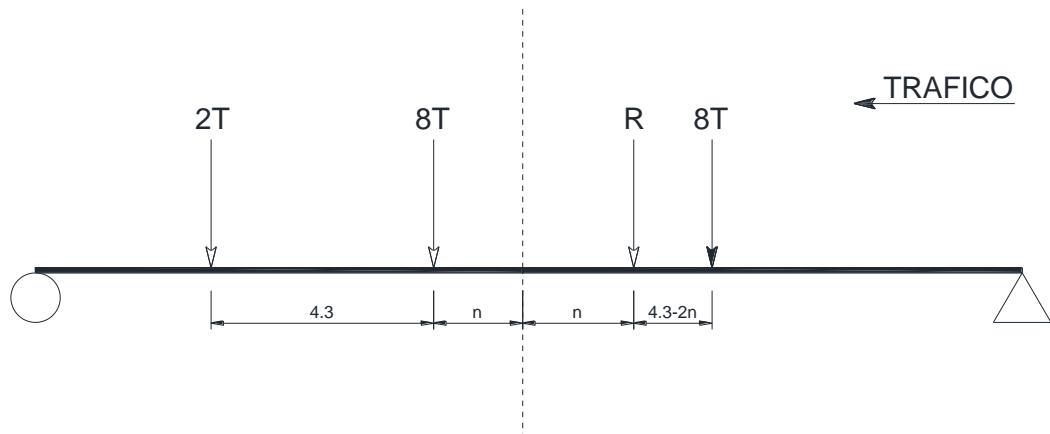
L = Longitud de la viga

$$I = 15.24 / (15.00 + 38)$$

$$\underline{\underline{I = 0.29 < 0.30}}$$

↪ **Carga Viva**

Caso: Ingresa vehículo completo



De la Figura tenemos:

$$\Sigma M_R = 0$$

$$(8T)(2n) + (2T)(4.30 + 2n) = (8T)(4.30 - 2n)$$

De donde: $\underline{n = 0.717}$

Calculamos “X” y “Y”

$$X = 7.5 - 4.3 - 0.717$$

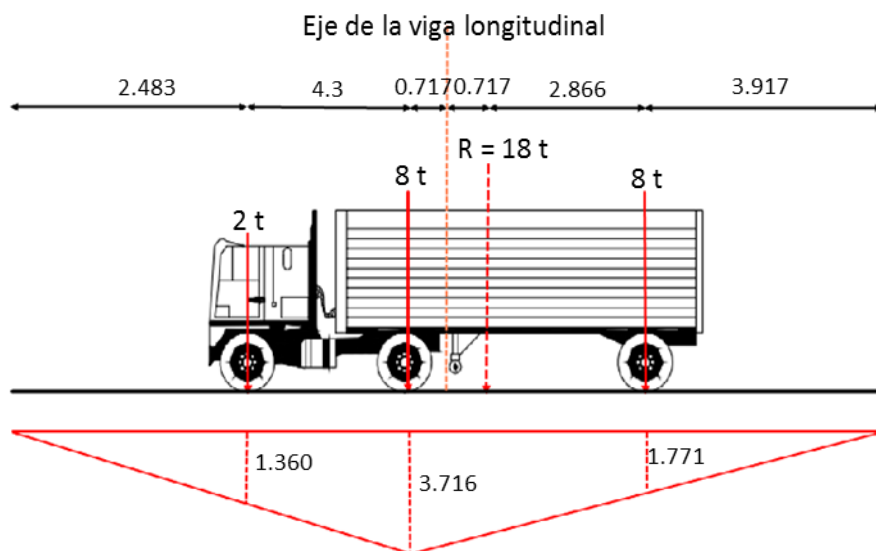
$$\underline{X = 2.483}$$

$$Y = 7.5 - 0.717 - (4.3 - 2 \cdot 0.717)$$

$$\underline{Y = 3.917}$$

En esta posición crítica se produce el momento máximo

Diagrama de Momentos en la posición más crítica por Método de Líneas de Influencia:



De la figura:

$$M = 4.30 + 2.483$$

N = 8.217 m

$$D = 6.783 \times 8.217 / 15.00$$

D = 3.716

$$X^*D/M = (2.483)(3.716)/6.783 = \underline{\underline{1.360}}$$
$$Y \cdot D/M = (3.917)(3.716)/8.217 = \underline{\underline{1.771}}$$
$$M_L = (2T)(1.36) + (8T)(3.761) + (8T)(1.771)$$

$M_L = 46.616 \text{ Tm}$

Diagram of a T-beam cross-section with dimensions and forces. The top flange is yellow, the web is blue, and the central void is green. Dimensions: 0.60, 0.175, 1.625, 0.425, 2.05. Forces: P (down), Fr (up). A dashed red line indicates the neutral axis. Below the diagram, the calculation for the compression factor Cc is shown.

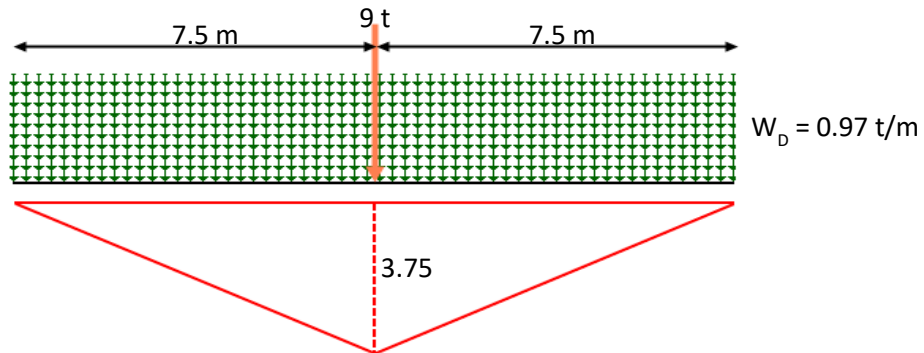
$$\Sigma M_A = 0 \quad \underline{C_c = 1.29} \quad F_r(2.05) - P(2.225) - P(0.425) = 0 \quad F_r = 1.29P$$

Aplicando el Factor de Rueda:

$$M_{L\text{final}} = M_l * C_c = 46.616 * 1.29$$

$$\underline{M_{L\text{final}} = 60.135 \text{ Tm}}$$

⇒ **Momento por sobre carga equivalente**



De la figura:

$$M_{\text{Equivalente}} = (9T)(3.75) + (0.97)(15)^2 / 8$$

$$\underline{M_L = 61.031 \text{ Tm}}$$

$$M_{\text{Equ. por viga}} = 61.03 / 2$$

$$\underline{M_L = 30.516 \text{ Tm}}$$

Tenemos dos alternativas para escoger el mayor valor:

$$\underline{M_L = 60.135 \text{ Tm}} \quad \text{y}$$

$$\underline{M_L = 30.516 \text{ Tm}}$$

Escogemos el valor mayor:

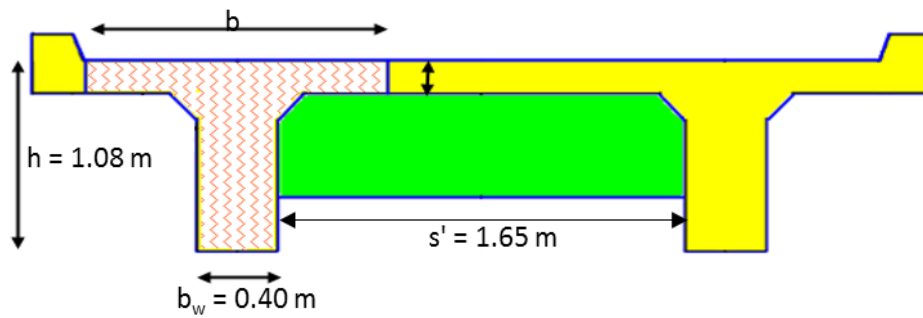
$$\underline{M_L = 60.135 \text{ Tm}}$$

⇒ **Momento por Impacto**

$$M_L = 0.29 * 30.135$$

$$\underline{M_L = 17.292 \text{ Tm}}$$

⇒ **Diseño de la viga T por flexión**



El ancho efectivo es el valor de:

$b \leq \frac{L}{4}$	=	3.75	Luego b =	2.05	m
$b \leq 16t + b_w$	=	3.36			
$b \leq s' + b_w$	=	2.05			

Determinación del Peralte Efectivo por servicio

Asumiendo que la viga T se comporta como rectangular

$$M_{servicio} = \Sigma M = M_D + M_L + M_I = 58.270 + 60.135 + 17.292 =$$

$$\underline{M_{servicio} = 135.70 \text{ Tm}}$$

Calculamos el Peralte por servicio

$$d = \sqrt{\frac{2M}{f'_c \times k \times j \times b}}$$

Donde los valores ya fueron calculados anteriormente:

$$f_c = 84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$k = 0.326$$

$$j = 0.891$$

$$b = 2.05 \text{ m} = 205 \text{ cm}$$

$$\underline{M_{servicio} = 135.70 \text{ Tm}}$$

Entonces:

$$d = [(2 * 135.70 * 100,000) / (84 * 0.326 * 0.891 * 205)]^{1/2}$$

$$\boxed{d = 73.68 \text{ cm}}$$

$$73.68 \text{ cm} < 108 \text{ cm}$$

Asumiendo tres capas de acero de 1", el valor de "d" se tomará

$$\underline{d = 96 \text{ cm}}$$

Determinación de la cantidad de acero por rotura

$$M_{u+} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_T)]$$

$$M_u = 1.3 [58.27 + 1.67(60.135 + 17.292)]$$

$$\boxed{M_u = 243.85 \text{ Tm.}}$$

Cálculo del Área del acero necesario

Se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M_u * 100\,000}{.9 * 100 * b * (d * 100)^2 * f_c}} \right] f_c * b * d * 100 / f_y$$

$$f_c = 210$$

$$f_y = 4\,200$$

$$b = 2.05$$

$$d = 96$$

$$\boxed{A_s = 69.80 \text{ cm}^2}$$

$$s_{5/8''} = \frac{A_{\text{varilla}} \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

Asumimos Varilla de 1".

→

$$\underline{A_{\text{varilla}} = 5.07 \text{ cm}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 69.80 / 5.07 = 13.77 \rightarrow \text{Adoptaremos: } \underline{N^{\circ} \text{ varillas} = 15}$$

Entonces

$$\boxed{A_s = 76.05 \text{ cm}^2}$$

$$\rho_b = 0.85^2 * \frac{f_c}{f_y} \left[\frac{0.003 E_s}{0.003 E_s + f_y} \right]$$

$$f_c = 210$$

$$f_y = 4\,200$$

$$E_s = 2\,100\,000$$

$$\underline{\rho_b = 0.02167}$$

$$\rho_{\max} = 75\% \rho_b$$

→

$$\rho_{\max} = 0.0162563$$

$$\rho = A_s/(b)(d)(100) \quad \rightarrow \quad \rho = 0.0034213$$

$$\underline{0.0034213 < 0.01625 \quad ok}$$

Para verificar Deflexiones

$$\rho_{max} = \frac{0.18f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0.18*210/4200 \quad \rightarrow \quad \rho_{max} = 0.009$$

$$\underline{0.009 < 0.0034213 \quad ok}$$

Verificación de la suposición que la viga T se comporta como rectangular

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\alpha = 76.05*4200/(0.85)(210)(100)(2.05)$$

$$\alpha = 8.729$$

$$\underline{\alpha = 8.729 < t = 18.5 \quad ok}$$

↪ **Verificando por Fatiga en Servicio**

Momento por Servicio Máximo

$$f_{smax} = \frac{M_T}{A_s j d}$$

$$f_{smax} = (135.70)(100\,000)/(76.05)(0.891)(96)$$

$$\underline{f_{smax} = 2075.71 \text{ kg/cm}^2}$$

Momento por Servicio Mínimo

$$f_{smin} = \frac{M_D}{A_s j d}$$

$$f_{s \min} = (58.27)(100\,000)/(76.05)(0.891)(96)$$

$$\underline{f_{s \min} = 891.35 \text{ kg/cm}^2}$$

Rango de Esfuerzos actuantes

$$\Delta f = f_{s \max} - f_{s \min}$$

$$\Delta f = 2\,075.71 - 891.35 \quad \rightarrow \quad \underline{\Delta f = 1,184.37 \text{ kg/cm}^2}$$

Rango de esfuerzos Admisibles

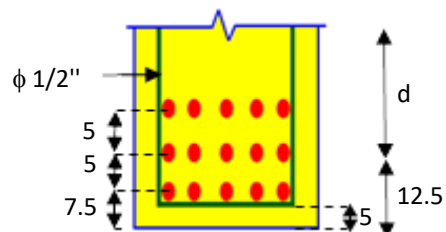
$$f_f = 1635.36 - 0.36 f_{s \min}$$

$$f_f = 1365.36 - 0.36 \cdot 891.35 \quad \rightarrow \quad \underline{f_f = 1,314.48 \text{ kg/cm}^2}$$

$$f_f > \Delta f$$

$$\underline{1,314.48 > 1,184.32 \quad ok}$$

↪ Distribución del acero



Valor corregido de “d” es:

$$d = \text{peralte } h - 0.125$$

$$d = 1.08 - 0.125 \quad \rightarrow \quad \underline{d = 0.959}$$

↪ Chequeando el diseño con el valor corregido de “d”

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = 76.05/(2.05)(100)(0.959)(100)$$

$$\underline{\rho = 0.003867}$$

$$w = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

$$w = (0.003867)(4200/210) \rightarrow \underline{w = 0.07734}$$

$$M_r = \phi b d^2 f'_c w \left(1 - \frac{w}{1.7}\right)$$

$$M_r = 0.9 * 2.05 * 100 * 95.9^2 * 210 * 0.07734 * (1 - 0.07734/1.7) / 100000$$

$$\underline{Mr = 263.22}$$

$$\underline{Mr = 263.22 > Mu = 243.85 \quad ok}$$

⇒ Verificando agrietamiento

$$A = \frac{2rb_w}{N^\circ var}$$

$$A = 2 * 11.73 * 0.40 * 100 / 15 \rightarrow \underline{A = 62.56}$$

$$f_{max adm} = \frac{Z}{\sqrt[3]{d_c A}}$$

$$f_{max adm} = 23,000 / (7.5 * 62.56)^{1/3} \rightarrow \underline{f_{max adm} = 2,959.89}$$

$$f_{max act} = \frac{M_T}{A_s j d}$$

$$f_{max act} = (135.7)(100000) / (76.05 * 0.891 * 0.959 * 100)$$

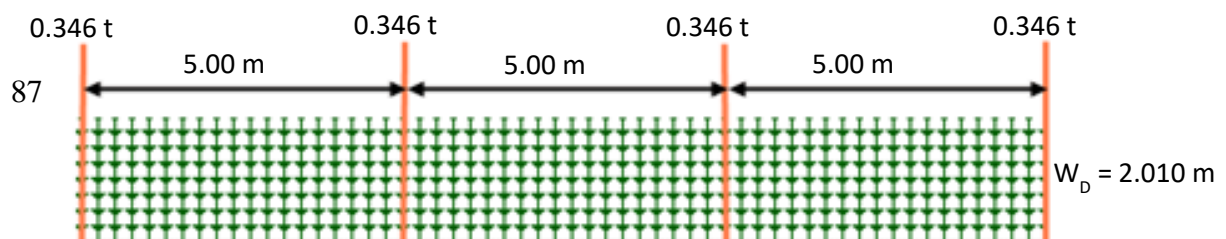
$$\underline{f_{max act} = 2,086.53}$$

$$\underline{f_{max adm} = 2,959.89 > f_{max act} = 2,086.53 \quad ok}$$

⇒ Corte de Acero en Vigas T

Verificando el corte a $L/4 = 3.75$ m

Siguiendo igual análisis que líneas arriba se tiene:

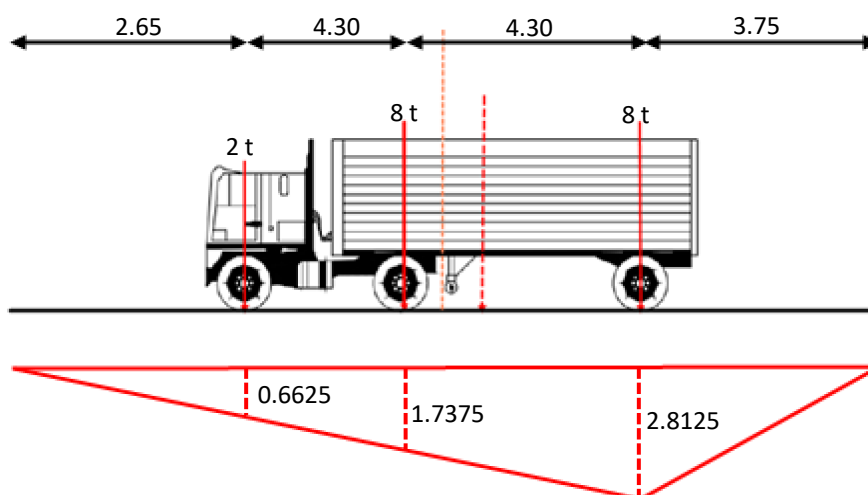


Encontramos: $M_D = W_D * 2.8125 * L/2 + W_{\text{Diafragma}} (2.5 + 1.25)$

$$M_D = 2.01 * 2.8125 * 15/2 + 0.346 * 3.75$$

$$\underline{M_D = 43.703 \text{ Tm}}$$

⇒ **Momento por carga viva**



$$M_L = 2 * 0.6625 + 8 * 1.7375 + 8 * 2.8125$$

$$\underline{M_L = 37.725 \text{ Tm}}$$

Aplicando el Factor Rueda:

$$M_{L \text{ FINAL}} = C_C * M_L$$

$$M_{L \text{ FINAL}} = 1.29 * 37.725$$

$$\underline{M_{L \text{ FINAL}} = 48.665 \text{ Tm}}$$

⇒ **Chequeando por sobre carga equivalente**



Siguiendo igual análisis que el anterior se tiene:

$$M_{\text{equiv.}} = 9 * 2.8125 + 0.97 * 2.8125 * 15/2$$

$$\underline{M_{\text{equiv.}} = 45.773 \text{ Tm}}$$

$$M_{\text{equiv por viga.}} = M_{\text{equiv.}} / 2$$

$$\underline{M_{\text{equiv por viga.}} = 22.887 \text{ Tm}}$$

De las dos alternativas ($M_{L \text{ FINAL}} = 48.665 \text{ Tm}$, $M_{\text{equiv por viga.}} = 22.887 \text{ Tm}$),

Escogemos la mayor: $\underline{M_{L \text{ FINAL}} = 48.665 \text{ Tm}}$



Momento por Impacto

$$M_I = 0.29 * M_{L \text{ FINAL}}$$

$$\underline{M_I = 13.994}$$



Determinar de la cantidad de acero por rotura

$$M_{u+} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_u = 1.3 [43.703 + 1.67(48.665 + 13.994)]$$

$$M_u = 192.846 \text{ Tm.}$$



Determinar de la cantidad de acero por rotura

Se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M_u * 100\,000}{.9 * 100 * b * (d * 100)^2 * f'_c}} \right] f'_c * b * d * 100 / f_y$$

$$f_c = 210$$

$$f_y = 4\,200$$

$$b = 2.05$$

$$d = 0.959$$

$$A_s = 54.99 \text{ cm}^2$$

Asumimos Varilla de 1".

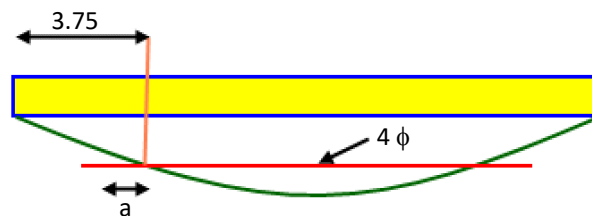
→

$$A_{\text{varilla}} = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 54.99 / 5.07 = 10.85 \rightarrow \text{Adoptaremos: } N^{\circ} \text{ varillas} = 11$$

Entonces: hacemos el corte a los 3.75 m a partir de los apoyos de 4 varillas, quedando 11 varillas, las que pasarán totalmente dentro del apoyo de la viga.

↪ Longitud de varillas en el refuerzo positivo



Se escogerá el mayor valor de $(d, 12d_b)$

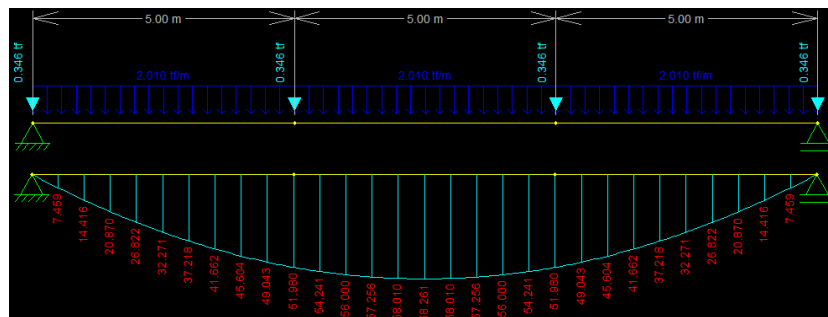
$$12d_b = 12 \times 2.54 = 30.48 \text{ cm}$$

$$d = 78 \text{ cm}$$

Mayor $(78, 30.48)$ es $d = 78 \text{ cm}$, asumimos $d = 80 \text{ cm}$

↪ Envoltente de momentos

Momento por carga muerta



Sección	Mom. (t.m)
0.00	0.000
1.00	14.416
2.00	26.822
3.00	37.218
4.00	45.604
5.00	51.980
6.00	56.000
7.00	58.010
7.50	58.261

Momento por carga viva e Impacto

$$M_x = \frac{4M_{max}(lx - x^2)}{l^2}$$

M_{max}	l	Sección	$Mo_L (t.m)$	$Mo_I (t.m)$
60.135	13.6000	0.00	0.000	0.000
		1.00	16.386	4.712
		2.00	30.171	8.676
		3.00	41.356	11.892
		4.00	49.939	14.360
		5.00	55.921	16.080
		6.00	59.302	17.052
		7.00	60.083	17.277
		7.50	59.497	17.108

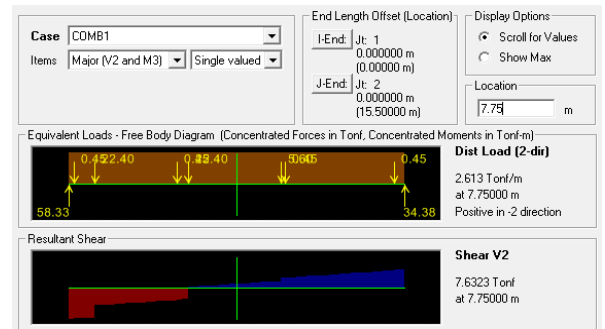
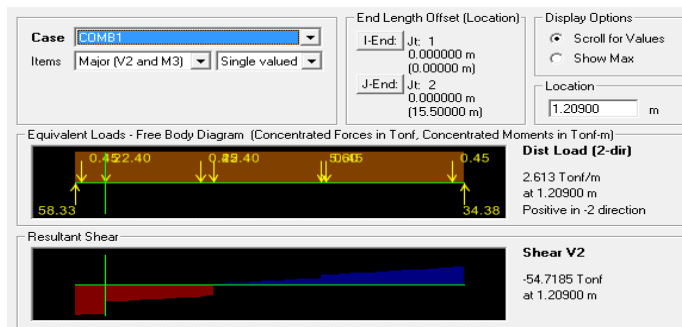
Cálculo de la Envolvente de momento y del acero

Sección	M_D	M_L	M_I	M_u	A_s	N^\bullet varillas
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	14.416	16.386	4.712	64.544	17.980	4.000
2.00	26.822	30.171	8.676	119.206	33.522	7.000
3.00	37.218	41.356	11.892	163.983	46.481	10.000
4.00	45.604	49.939	14.360	198.877	56.729	12.000
5.00	51.980	55.921	16.080	223.888	64.158	13.000
6.00	56.000	59.302	17.052	238.566	68.552	14.000
7.00	58.010	60.083	17.277	243.360	69.992	14.000
7.50	58.261	59.497	17.108	242.050	69.598	14.000

Diseño por cortante de la viga longitudinal

Cortante último por rotura a “d” de la cara del estribo y en el centro de la viga

Haciendo el análisis estructural en SAP 2000, tenemos los siguientes valores para el cortante:



Esfuerzo que absorbe el concreto

$$\phi V_c = \phi \sqrt{f'_c} b_w d$$

$$\phi V_c = 0.85 * 210^{0.5} * 0.4 * 100 * 0.959 * 100 / 1000$$

$$\phi V_c = 47.27 \text{ Tm}$$

Diseño de estribos

$$\frac{54.72 - 7.62}{6.291} = \frac{54.72 - 47.27}{x}$$

$$x = 1.00$$

Cálculo del espaciamiento entre estribos usando $\emptyset \frac{1}{2}$ "

Usaremos 1 @ 5 cm, 10 @ 15 cm, 7 @ 20 cm, 3 @ 30 cm, r @ 40 cm

Acero lateral y recubrimiento

El recubrimiento en la viga será de 2". Como las vigas tienen más de 60 cm de alto, se colocará acero en las caras laterales para prevenir el agrietamiento.

Acero lateral (A_{s1})

$$A_{s1} = 0.10 A_s$$

$$A_{s1} = 0.10 * 76.05$$

→

$$\underline{A_{s1} = 7.61 \text{ cm}^2}$$

Espaciamiento entre barras

Se escogerá el menor valor de ($s \leq 30 \text{ cm}$, $s \leq b_w$) (30, 40)

$$\underline{s = 40 \text{ cm}}$$

Por la figura la altura libre del nervio es: $89.5 - 17.5 = 72 \text{ cm}$, estimando 10 cm menos en la parte superior tenemos: $72 - 10 = 62 \text{ cm}$

$$\underline{\text{Altura libre} = 62 \text{ cm}}$$

Cálculo del Número de varillas que se colocarán en el nervio:

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 62/30 = 2 \text{ varillas en cada lado, o sea } 4 \text{ varillas}$$

El área de cada fierro es:

$$\underline{A_{\text{varilla}} = 7.61/4 \text{ var}} \quad \rightarrow \quad \underline{A_{\text{varilla}} = 5.07 \text{ cm}^2}$$

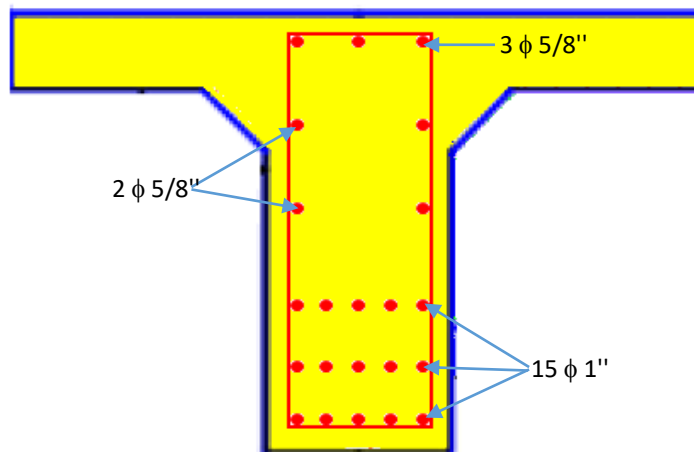
$$\boxed{A_s = 54.99 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Asumimos Varilla de } 1'' \quad \rightarrow \quad \underline{A_{\text{varilla}} = 1.903 \text{ cm}^2}$$

Esta área encontrada se asemeja al área de varilla de 5/8" que es 1.98 cm². Estos fierros se instalarán a 62/2 = 31 cm en cada cara lateral.

Finalmente por procedimiento constructivo agregamos 3Ø 5/8" en la parte superior, siendo el diseño final de la viga :

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 54.99 / 5.07 = 10.85 \quad \rightarrow \quad \text{Adoptaremos: } \underline{N^{\circ} \text{ varillas} = 11}$$



5.5 Diseño de Viga Diafragma

Metrado de cargas

↪ Carga muerta

$$\text{Peso} = a * b * c * \gamma_{\text{C}^{\text{A}}}$$

$$A = 0.25 \text{ cm} \quad b = 1.00 \quad c = 0.695 + 0.185 \quad \underline{c = 0.88 \text{ cm}}$$

$$\text{Peso} = 0.25 * 1.00 * 0.88 * 2.40$$

$$\underline{\text{Peso} = 0.528 \text{ T/m}}$$

Carga viva Peso = 8 T

Carga de Impacto I = 0.29

↪ Diseño por reflexión del Diafragma

Carga muerta

$$M_D = 0.10 W l^2$$

$$M_D = 0.10 * 0.528 * 1.65^2 \quad \rightarrow \quad \underline{M_D = 0.144 \text{ Tm}}$$

Por carga viva para un carril

$$R = 2.83 \text{ T}$$

$$M_L = 1.325 R \quad M_L = 1.325 * 2.83 \quad \rightarrow \quad \underline{M_L = 3.75 \text{ Tm}}$$

↪ Por Impacto

$$M_I = I * M_L \quad M_I = 0.29 * 3.75 \quad \rightarrow \quad \underline{M_I = 1.09 \text{ Tm}}$$

↪ Cálculo del Acero

$$M_{u+} = 1.3 [M_D + 1.67 (M_L + M_I)]$$

$$M_u = 1.3 [M_D + 1.67 (M_L + M_I)] \quad M_u = 1.3 [0.144 + 1.67 (3.75 +)]$$

$M_u = 10.69 \text{ Tm.}$

Se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M_u * 100\,000}{.9 * 100 * b * (d * 100)^2 * f_c}} \right] f_c * b * d * 100 / f_y$$

$$f_c = 210$$

$$f_y = 4\,200$$

$$b = 0.25 \text{ m}$$

$$d = 0.71665 \text{ m}$$

$$\boxed{A_s = 4.07 \text{ cm}^2}$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 14 * b * d / f_y$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 14 * 25 * 71.655 / 4200$$

$$\underline{A_{s \text{ minimo}} = 5.97 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Asumimos Varilla de } 5/8'' \rightarrow \underline{A_{\text{varilla}} = 1.98 \text{ cm}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ varillas} = 5.97 / 1.98 = 3.02 \rightarrow \text{Adoptaremos: } \underline{N^{\bullet} \text{ varillas} = 3}$$

↪ Diseño por cortante del Diafragma

Dado que están teniendo valores mínimos para cuantías, también ocurre lo mismo para los estribos, que aunque no los necesita porque el concreto absorbe todo el cortante, se colocarán estribos mínimos.

Usaremos 1@5 cm, r @ 30 cm

5.6 Especificaciones Técnicas

Las Especificaciones técnicas constituyen las reglas que definen las prestaciones específicas del contrato de Obra.

A continuación se detallan las Especificaciones Técnicas de todas y cada una de las partidas que serán ejecutadas en el proyecto, ciñéndose a las recomendaciones y consideraciones de las Normas vigentes.

- 1.1 Concreto Armado para Losa de 210 Kg/cm²**
- 1.2 Concreto Armado para Vigas longitudinales de 210 Kg/cm²**
- 1.3 Concreto Armado para Vigas Diafragma de 210 Kg/cm²**

Descripción:

Estas partidas comprenden los diferentes tipos de Concreto, compuestos de Cemento Pórtland, Agregado Fino, Agregado Grueso y Agua, preparados y contruidos de

acuerdo con estas Especificaciones Técnicas en los sitios y en la forma, dimensiones y clases indicadas en los Planos.

Composición del Concreto.

a) Cemento

El Cemento deberá ser del tipo Pórtland tipo I originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos o bolsas selladas de marca. La calidad del Cemento Pórtland deberá ser equivalente a la de las Especificaciones ASTM-C-150 AASHTO M – 85 clases I o II. En todo caso, el Cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Ing. Supervisor de Obra. Especialmente la resistencia a la compresión que no será menor a la resistencia especificada a los 28 días para muestras de mortero de Cemento normal. La aprobación de la calidad de Cemento no será razón para que en Obra, se exima de la obligación y responsabilidad de proveer Concreto a las resistencias especificadas. El Cemento deberá ser almacenado en cobertizo o barraca impermeables y colocados sobre una base levantada del suelo. El Cemento será rechazado si se convierte total o parcialmente en cemento fraguado o si contiene grumo o costras. El Cemento pasado o recuperado de la limpieza de los sacos o bolsas no deberá ser usado en la Obra.

b) Agregado Fino.

El agregado fino para el Concreto deberá satisfacer los requisitos de la AASHTO M-6. El agregado fino consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa por parte del Ing. Supervisor de Obra. Será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena será de granulometría adecuada, natural o procedente de la trituración de piedras. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

SUSTANCIA	PORCENTAJE EN PESO
Arcilla o terrenos de arcilla	1 %
Carbón o lignito	1 %
Materiales que pasan la malla N° 200	3 %

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, mica, pizarra y partículas blandas y escamosas no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas. El

agregado fino será de granulometría uniforme, debiendo estar comprendida entre los límites en la siguiente tabla:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO
3/8"	100
Nº 4	95 – 100
Nº 16	45 – 80
Nº 50	10 – 30
Nº 100	2 – 10
Nº 200	0 – 3

c) Agregado Grueso.

El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M – 80. El agregado grueso deberá consistir de grava, con una resistencia última mayor que la del Concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie. El tamaño máximo de agregado grueso, no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre barras de la armadura. El almacenaje de los Agregados se hará según sus diferentes tamaños y distanciados unos de otros de modo que los bordes de las filas no se entremezclen.

d) Agua

El agua destinada para el lavado del agregado y para mezclar el concreto deberá ser fresca, limpia y sustancialmente libre de aceite, ácidos, álcalis, aguas negras, minerales nocivos o materiales orgánicas. No deberá contener cloruros tales como cloruro de sodio en exceso de tres (3) partes por millón, ni sulfatos de sodio en exceso de dos (2) partes de millón. Tampoco deberá contener impurezas tal de causar una variación en el tiempo de fraguado del cemento mayor de 25 % ni una reducción en la resistencia a la comprensión del mortero mayor de 5 % comparada con los resultados obtenidos con agua destilada.

Método de Construcción.

Dosificación

Los Agregados, el Cemento y el Agua deberán ser proporcionados a la mezcladora por peso excepto cuando el Ing. Supervisor de Obra, para estructuras menores, permita la dosificación por volumen. Los dispositivos para la medición de los materiales deberán ser mantenidos limpios y deberán descargar completamente sin dejar saldos. La

humedad en el Agregado será verificada y la cantidad de agua ajustada para compensar por la presencia de agua en los Agregados. Basado en el Diseño de Mezclas y Ensayos de Comprensión el Ing. Supervisor de Obra indicará las proporciones de los materiales.

Mezclado.

Mezclar el Concreto por métodos manuales no será permitido, sino con permiso expresado extendido por escrito por el Ing. Supervisor de Obra. Todos los trabajos de mezclado de los materiales se realizarán por una mezcladora de concreto tambor de 18 hp y de 11 p³. Cuando sea permitido, la operación será sobre una base impermeable, mezclando primeramente el Cemento y la Arena en seco antes de añadir el Agua. Cuando un mortero uniforme de buena consistencia haya sido conseguido, el Agregado Grueso cubierto de mortero. Las cargas de Concreto mezcladas a mano no deberán exceder de 0.4 metros cúbicos de volumen.

Vaciado de Concreto.

Todo Concreto deberá ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El Concreto deberá ser colocado en forma que no separe las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Las herramientas necesarias para asentar el Concreto deberán ser provistas en cantidad suficiente para compactar cada carga antes de vaciar la siguiente y evitar juntar entre las capas sucesivas. Se deberá tener cuidado para evitar salpicar los Encofrados y Acero de Refuerzo antes del vaciado. Las manchas en el Encofrado y Acero de Refuerzo antes del vaciado deberán ser removidas antes de colocar el Concreto.

Vibrado de Concreto.

Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, debiendo ser manejados en tal forma que trabajen el Concreto completamente alrededor de la armadura y dispositivos empotrados, así como en los rincones y ángulos de los encofrados. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación pero no deberá prolongarse al punto en que ocurre la segregación. Los

vibradores no deberán ser trabajados contra las varillas de refuerzo ni contra los encofrados.

Juntas de Construcción

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indica en los Planos o como ordene el Ing. Supervisor de Obra. Deberán ser perpendiculares, a las líneas principales de refuerzo y en general, en los puntos de mínimo esfuerzo cortante. En las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar listones alineadores de 0.04 metros de espesor dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar líneas rectas a las juntas.

Acabado de las superficies de Concreto.

Inmediatamente después del retiro de los Encofrados, todo alambre o dispositivos de metal que sobresalga, usado para sujetar los Encofrados y que pase a través del cuerpo del Concreto, deberá ser quitado o cortado hasta, por lo menos, dos centímetros debajo de la superficie del Concreto. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los Encofrados deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan al ser retirados los Encofrados, deberán ser rellenados con mortero de cemento, mezclado en las mismas proporciones que el empleado en la masa de la obra.

Muestras.

Se tomarán como mínimo una muestra estándar por cada llenado, El Ing. Residente proporcionará estos testigos al Ing. Supervisor de Obra.

Método de Medición:

Las partidas de concreto se medirán por metro cúbico, tal como se indica en el costo unitario de cada partida.

2.1 Encofrado y Desencofrado de Losa

2.2 Encofrado y Desencofrado de Vigas longitudinales

2.3 Encofrado y Desencofrado de Vigas Diafragma

Descripción:

Esta sección comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera y/o metal necesario para el vaciado del Concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del Encofrado en un lapso de tiempo determinado.

Los Encofrados se usarán donde sea necesario para confinar el Concreto y darle la forma de acuerdo a las dimensiones requeridas y deberán estar de acuerdo a los Planos y a las Normas Técnicas. Estos deben tener la capacidad suficiente para resistir la presión resultante de la colocación y vibrado del Concreto y la suficiente rigidez para mantener las tolerancias especificadas.

Los cortes del terreno deben ser usados como Encofrados para superficies verticales a menos que sea requerido el uso de entibados.

MATERIALES.

Salvo que se especifique de otro modo, para los Encofrados se empleará madera o paneles metálicos.

Los alambres que se empleen para amarrar los Encofrados, no deberán atravesar las caras del Concreto que queden expuestas en la obra terminada.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN.

ENCOFRADOS.

Los Encofrados serán diseñados y contruidos en tal forma que resistan con seguridad, plenamente y sin deformarse el peso y empuje del Concreto al momento del llenado, el peso de la estructura mientras ésta no sea autoportante y también la sobrecarga de llenado no inferior a 200 Kg. /cm².

Al efectuar el diseño de los Encofrados, deberá considerarse para el diseño de los encofrados, un coeficiente aumentativo de impacto, igual al 50% del empuje del material que estos deban recibir. Las formas deben ser herméticas para prevenir la filtración del mortero y serán debidamente arriostradas o ligadas entre sí de manera que se mantengan en la posición y forma deseada con seguridad. La deformación máxima

entre elementos de soportes debe ser menor de 1/240 de luz entre los miembros estructurales.

DESENCOFRADOS

Las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformabilidad de la estructura. En general las formas no deberán quitarse hasta que el Concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos supuestos que puedan colocarse sobre él.

Inmediatamente después de quitar las formas, la superficie del Concreto deberá ser examinada cuidadosamente y cualquier irregularidad deberá ser tratada como lo disponga u ordene el Ing. Supervisor de Obra.

TOLERANCIAS

A menos que lo especifique el Ing. Supervisor de Obra, el Encofrado deberá ser construido de tal modo que las superficies del Concreto estén de acuerdo a los límites de variación indicados en la siguiente relación de tolerancias admisibles:

- ◆ Losas, muros, columnas y estructuras similares: la variación en las dimensiones de la sección transversal será de 6 mm.
- ◆ Variación de la vertical en las superficies de columnas y otras estructuras similares:
 - Hasta una altura de 3 m : 6 mm
 - Hasta una altura de 6 m : 1 cm.
 - Hasta una altura de 12 m : 2 cm.
- ◆ Variación en los tamaños y ubicaciones de mangas, pasos y aberturas en el piso, aberturas en paredes y similares : 6 mm
- ◆ Variación de niveles o gradientes indicadas en los planos para piso, techo, vigas, bruñas y estructuras similares:

- En cualquier nave en 6 m : máximo 6 mm
- En 12 metros o más : máximo 1 cm.

Método de Medición:

La unidad de medida será por metro cuadrado de encofrado y desencofrado.

3.1 Losa, Acero $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.2 Viga longitudinal, Acero $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.3 Viga Diafragma, Acero $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Descripción:

Esta partida comprende el aprovisionamiento y la colocación de las varillas de acero para refuerzo de acuerdo con las especificaciones siguientes y en conformidad con los Planos correspondientes.

MATERIALES.

Las varillas para el refuerzo de Concreto Armado deberán cumplir con las especificaciones establecidas por AASHTO M – 137 ó ASTM A – 615 68 (G – 60).

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

Protección de los materiales.

Las varillas para el armado, deberán estar protegidas contra daño en todo momento y deberán almacenarse sobre bloques para evitar la adherencia de lodo u otras materias dañinas. Antes de vaciar el Concreto, se deberá revisar la varilla de refuerzo que vaya a ser empotrada, la cual deberá estar exenta de lodo espeso, suciedad, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra sustancia extraña.

Dobladura.

A no ser que fuese permitido en otra forma, todas las varillas de refuerzo que requieran dobladura deberán ser dobladas en frío y de acuerdo con los procedimientos del “American Concrete Institute” (Instituto Americano de Concreto). Para cortarlas y doblarlas, se deberán emplear obreros competentes y se deberán proporcionar los dispositivos adecuados para tal trabajo.

Colocación y sujeción.

El refuerzo con varillas deberá ser colocado con exactitud y las varillas deberán estar firmemente sostenidas por soportes aprobados en la posición que muestra los planos. Las varillas de refuerzo deberán atarse juntas en forma segura. El refuerzo colocado en cualquier pieza estructural deberá ser inspeccionado y aprobado antes de vaciar el concreto.

Las principales varillas de refuerzo, que carguen determinados esfuerzos deberán ser empalmadas únicamente donde lo muestre los planos o dibujos de taller aprobados.

Las cantidades de acero de refuerzo proporcionadas y colocadas tendrán por base los pesos calculados de las varillas de refuerzo efectivamente colocadas, de acuerdo con las Especificaciones que se citen.

Método de Medición:

La unidad de medida será en kilogramos (Kg.) de acero de refuerzo.

5.7 Elaboración de Planos

Con los resultados obtenidos se elaboraron los planos respectivos para cada uno de los elementos que forman la superestructura del Puente Santa Elena Alta.

CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) De la Evaluación estructural de fallas al Puente Santa Elena Alta se llegó a las siguientes conclusiones:
- Se percibió una vibración excesiva con el tránsito de vehículos menores sobre el puente.
 - En la losa del tablero observamos Fracturas, grietas y fisuras estructurales. Por otro lado se evidencia el pandeo de dicha estructura, lo cual queda demostrado en la junta de construcción que mide 5.00 cm la que inicialmente fue de 1.00 cm. (Estado Actual: PÉSIMO).
 - El nivel de deterioro de las vigas longitudinales de acero, que afecta la funcionalidad de dicho elemento, se establece por los daños en los extremos de la viga, puntualmente en su amarre con la viga transversal de concreto, evidenciándose en la pintura deteriorada, corrosión y oxidación avanzada, viga pandeada que le transmite dicha deflexión a la losa. (Estado Actual: PÉSIMO)
 - El estado de fractura observado en las vigas transversales de concreto armado es excesivo, al punto que su acero estructural ha quedado expuesto y empieza a disminuir su sección por oxidación. Esta estructura está en riesgo de colapsar, porque este elemento estructural está perdiendo resistencia. (Estado Actual: PÉSIMO)
 - Estribos y Cimentación, estos elementos de la subestructura no han sufrido daños mayores. Su estado Actual es Bueno.
- b) Luego de la Evaluación de la sub estructura del Puente Santa Elena Alta, se ha determinado que dicho elemento estructural se encuentra en buen estado de conservación. En los Anexos del presente trabajo de investigación, se ha realizado un análisis, siguiendo los criterios de la Hoja de Cálculo Justificativo del proyecto Inicial, elaborado por COSAPI, se determinó que NO CUMPLE la verificación de estabilidad, tanto en chequeo por deslizamiento, como en chequeo por volteo.

- c) Se diseñó la superestructura: Losa, vigas longitudinales y vigas Diafragma todas de concreto armado, basadas en las Normas AASHTO y el Manual de Diseño de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que constituyen herramientas fundamentales para el diseño de puentes seguros y estables en su período de vida útil.
- d) La carga viva del proyecto considerada en la superestructura es la correspondiente al vehículo Camión H36.
- e) En los planos se presentan a detalle la geometría de cada elemento estructural, su armado correspondiente, la lista de varillas, así como las notas y referencias alusivas a cada parte estructural.

6.2 Recomendaciones

- a) Se recomienda el reforzamiento de la infraestructura en el puente Santa Elena Alta, para un óptimo funcionamiento del nuevo diseño de losa y vigas de concreto armado.
- b) Luego de la intervención técnica sobre el Puente Santa Elena Alta, se recomienda someter a procesos anuales de inspección y mantenimiento de este puente, con la finalidad de alargar su vida útil residual.
- c) En la construcción de la superestructura, tendrá que verificarse en todo momento que cumpla con la geometría, así como los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos.
- d) La Municipalidad Distrital de Querecotillo, como encargada de la administración de su red vial vecinal, debe adoptar medidas de conservación y mantenimiento de todos sus puentes, atención diferenciada y exclusiva al resto de los componentes de su red vial local, debido a que los puentes son los puntos débiles y la consecuencia de su falla tiene repercusiones graves sobre la población.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. (2004). Normas AASHTO. Washington USA. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2014/06/25/libro-de-diseno-de-puentes-aashto/>

CIUDAD SALUDABLE. (2010). Diagnóstico de la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos en el Distrito de Querecotillo, Provincia de Sullana, Región Piura. Estudio elaborado en coordinación con el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú-Ecuador. Lima – Perú.

GARCIA ROSELL Cesar Aranís. (2009). Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado; Método AASHTO. LRDF. Tomo I. ACI - UNI, Lima Perú.

GODINEZ MELGARES Guillermo. (2010). Diseño y Construcción de Puentes. Facultad de Construcciones - Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2016/07/26/manual-diseno-construccion-puentes/>

GÓMEZ JOHNSON Ronald Cesar. (2008). Comparación entre las filosofías de diseño por esfuerzos admisibles, factores de carga y resistencia en el diseño de superestructuras de puentes vehiculares bajo la acción de cargas gravitacionales. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de México), Recuperado de <https://es.scribd.com/document/282227197/Tesis-Unam-Normas-Asd-Lrfd>

MINISTERIO DE TRANSPORTES y COMUNICACIONES. Especificaciones Técnicas Generales Para la Conservación de Carreteras. Resolución Directoral No 051-2007-MTC/14, 27 de Agosto 2007.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Guía para Inspección de Puentes. Directiva N° 01-2006-MTC/14. Resolución Directoral N° 012-2006-MTC/14, 14 de Marzo 2006.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Diseño de Puentes. Lima, Julio, 2003.

MORENO REQUEJO Artidoro. (2013). Nivel de deterioro estructural en el Puente de concreto: Puente Orellana – Jaén. (Tesis Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca), Recuperado de [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/568/T% 20624.2%20N](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/568/T%20624.2%20N)

RODRIGUEZ SERQUEN Arturo. (2012). Puentes con AASHTO – LRDF 2010, Lima, Perú.

SEMINARIO MANRIQUE Ernesto. (2004). Guía para el Diseño de Puentes con vigas y Losa. (Tesis Profesional Universidad de Piura), Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/ bitstream/handle/11042/1364/ICI_112.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1364/ICI_112.pdf)

TERRONES JULCAMORO Gaby. Evaluación de las fallas estructurales del puente sobre el río Colpamayo en la red vial Bambamarca – Chota. (Tesis Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca), Recuperado de [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/ 568/T% 20624.2%20N](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/568/T%20624.2%20N)

VILLARINO OTERO Alberto. (2010). La Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Ávila, Ávila – España..

ANEXOS

**ANEXO N° 01.- CARACTERIZACIÓN DISTRITO DE QUERECOTILLO.-
ESTRUCTURA POBLACIONAL E INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

Población Distrital de Querecotillo por centro Poblado

Nº	CENTRO POBLADO	HABITANTES
1	Querecotillo	12,313
2	Nuevo Cautivo	525
3	Carrión	8
4	San Martín	100
5	San Diego	21
6	Cabo Verde Alto	188
7	Santa Elena Baja	267
8	Santa Elena Alta	149
9	La margarita	1570
10	Hualtacal	261
11	Pueblo Nuevo	115
12	Santa Cruz	2003
13	Puente de los Serranos	859
14	El Porvenir	209
15	La Horca	1007
16	San Francisco	1200
17	Santa Rosa	238
18	La Peña	1107
19	Santa Victoria	403
20	Nueva Esperanza de Poechos	100
21	Jaguar de Poechos	252
22	Chocán	1165
23	Señor cautivo	103
24	Nueva Esperanza de san Francisco	289
TOTAL		24,452

Instituciones educativas de Querecotillo por lugar de Ubicación

NIVEL	Nº	CENTRO POBLADO	NOMBRE I.E.	Nº DE ALUM.
Inicial-Jardín	1	Carretera Chocan	134	41
	2	Querecotillo	Divino Corazón de Jesús	26
	3	Querecotillo	Los Tallanes	63
	4	Santa Victoria	14872	15
	5	Puente de los Serranos	321	35
	6	Querecotillo	324 V.CH.C.	235
	7	La margarita	328	29
	8	Ramón Castilla	504	183
	9	San Francisco de Chocán	525	41
	10	Querecotillo	526	40
	11	Querecotillo	527	52
	12	Santa Cruz	Inmaculada Concepción	85
	13	Señor Cautivo	532	27
	14	Hualtacal	539	35
	15	Santa Elena	540	6
	16	La Horca	Amiguitos de María	38
	17	La Peña	Dulce Nombre de María	33
	18	Querecotillo	Divino Niño Jesús	23
Primaria	19	Santa Elena	14202	31
	20	La Peña	14277 – Divino Niño	177
	21	Querecotillo	14860- Divino Niño de Jesús	708
	22	Querecotillo	14861	357
	23	Querecotillo	14865	179
	24	La margarita	Divino Niño de la Misericordia	183
	25	La Horca	14868	103
	26	Chocán	14869	143
	27	Puente de los Serranos	14870	79
	28	Querecotillo	14871	127
	29	Santa Victoria	14872	85
	30	San Francisco	14873	195
	31	Jaguar de Poechos	15080	33
	32	Cabo Verde Alto	15081	13
	33	Nva. Esperanza Poechos	15410	34
	34	Hualtacal	20513	40
	35	Querecotillo	20514	110
	36	Pueblo Nuevo Querecotillo	20522	35
	37	Querecotillo	Divino Niño Jesús	20
Secundaria	38	Puente de los Serranos		70
	39	Santa Victoria	14872	87
	40	San Martín	Daniel A. Carrión	840
	41	José M. Rasgada	José M. Rasgada	117
	42	Las Margaritas	María Luisa Seminario C.	174
	43	El Porvenir	Miguel Grau	272
	44	San Francisco	San Francisco de Chocán	153
	45	Querecotillo	Divino Niño Jesús	20
TOTAL				5392

FUENTE: ELEBORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SECTOR EDUCACIÓN

ANEXO N° 02.- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
PLANOS DE PLANTA, UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

LOCALIZACION

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO DE LOSA EN EL
PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO
SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P.
SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770, DISTRITO
QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA- PIURA



S 4°48'54"

W 80°38'42"

W 80°38'6"

PUENTE SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA KM 25 + 770

Leyenda

-  PUENTE
-  Querecotillo



Google Earth

© 2017 Google
Image © 2017 DigitalGlobe

300 m

UBICACION

PROYECTO DE TESIS: DISEÑO DE LOSA EN EL
PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO
SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P.
SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770, DISTRITO
QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA - PIURA

64 m
2.04 km
PUENTE SOBRE CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770

Leyenda

- PUENTE
- Querecotillo



Gráfico: Min., Prom., Máx. Elevación: 58, 60, 65 m

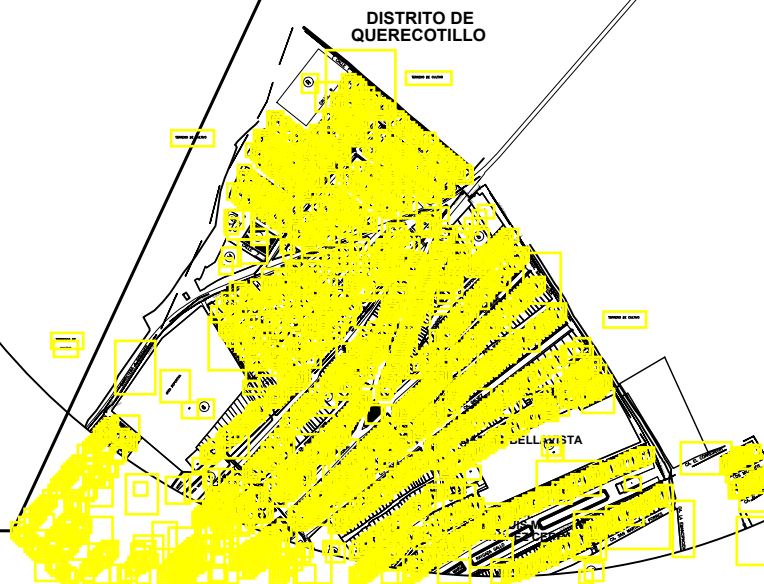
Totales del rango: Distancia: 2.05 km Ganancia/Pérd. de elev.: 12.2 m, -6.7 m Inclinación máx.: 5.1%, -1.8% Inclinación prom.: 1.0%, -0.7%



PUENTE SOBRE CANAL MIGUEL CHECA
EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770
DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA - PIURA

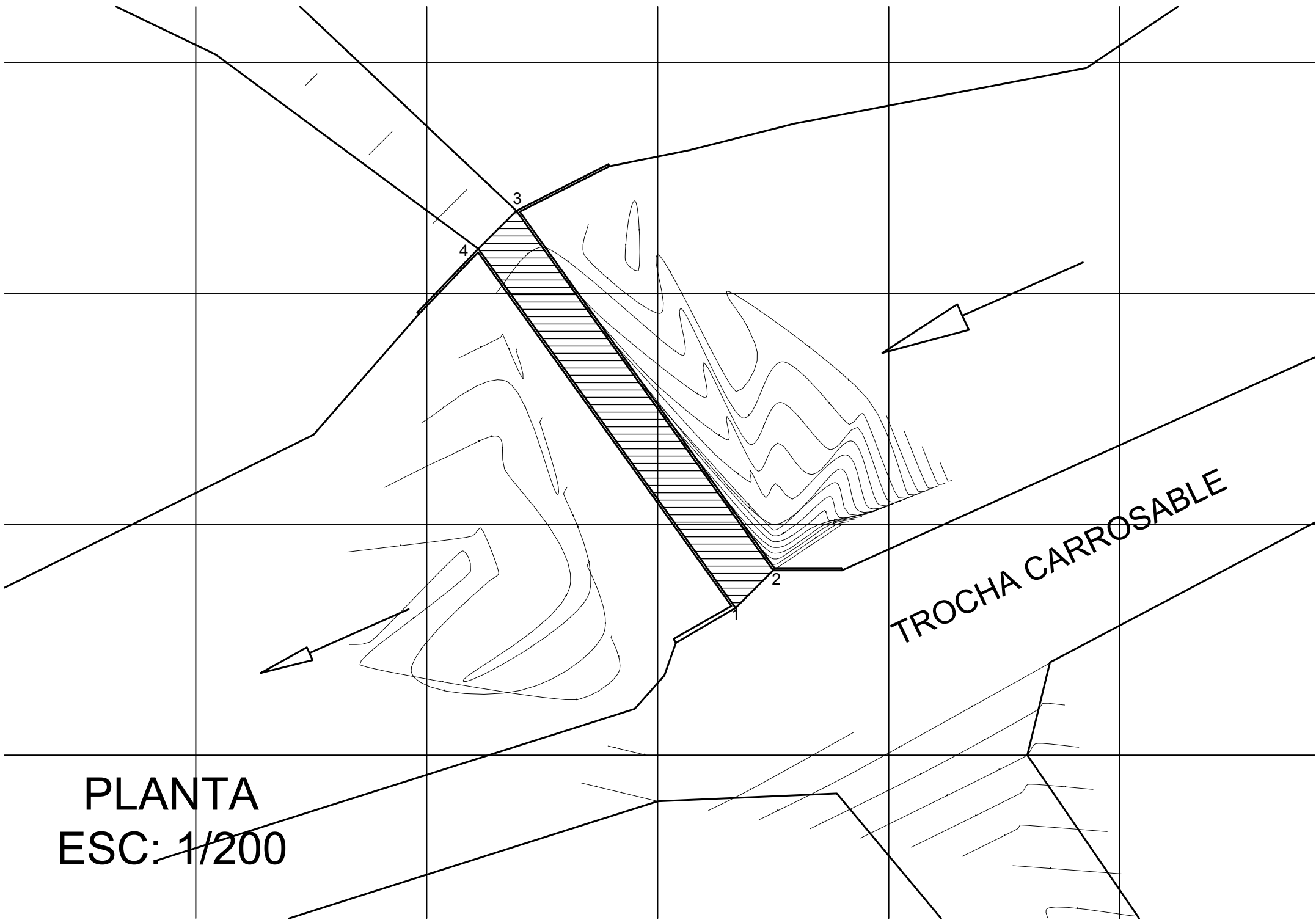
DISTRITO DE
QUERECOTILLO

PLANO DE UBICACION
ESC: 1/10,000



PLANTA
ESC: 1/200

TROCHA CARROSABLE



CUADRO DE COORDENADAS UTM WG84		
PUNTOS	NORTE	ESTE
1	9467316.37	539883.37
2	9467318.00	539885.00
3	9467333.57	539873.88
4	9467331.93	539872.23

ANEXO N° 03.- RESULTADOS DEL ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 Y C - 2
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
C - 1	0,00 - 1,20	49	384.50	365.70	37.60	18.80	328.10	5.73
C - 2	0,00 - 1,20	85	252.32	241.20	38.54	11.12	202.66	5.49

ANALISIS QUIMICO

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA	
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA	
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 Y C - 2	PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017	

MUESTRA	PROFUNDIDAD	SALES SOLUBLES %.	CLORUROS %.	SULFATOS %.	CARBONATOS %.
C - 1	0.00 - 1.20	0.620	0.045	0.032	0.000
C - 2	0.00 - 1.20	0.660	0.052	0.036	0.000

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

TAMIZ		C - 1	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PROF.: 0.00 - 1.20m.	
		% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		100.00
" 10	2.000	0.10	99.90
" 16	1.190	0.51	99.38
" 20	0.840	0.44	98.95
" 30	0.590	0.67	98.28
" 40	0.426	1.13	97.15
" 50	0.297	1.26	95.90
" 70	0.212	1.54	94.36
" 100	0.150	1.79	92.56
" 140	0.106	1.44	91.13
" 170	0.089	0.64	90.49
" 200	0.074	0.31	90.18
- 200		90.18	0.00
GRAVAS		0.00	Observaciones
ARENAS		9.82	
LIMOS - ARCILLAS		90.18	
SUCS		CL	

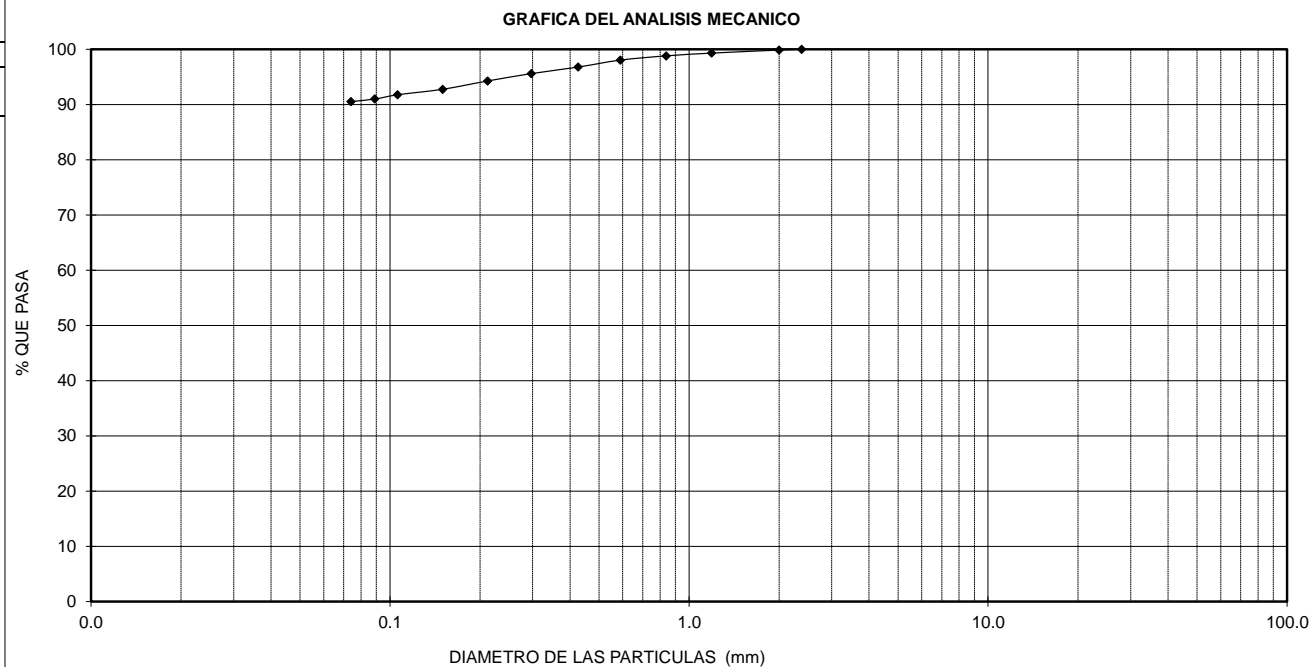
GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO

Sieve Size (mm)	% Passing
0.075	90.18
0.085	90.49
0.106	91.13
0.150	92.56
0.212	94.36
0.297	95.90
0.426	97.15
0.590	98.28
0.840	98.95
1.190	99.38
2.000	99.90
2.380	100.00

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERÍO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 2
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

TAMIZ		C - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PROF.: 0.00 - 1.20m.	
		% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		100.00
" 10	2.000	0.14	99.86
" 16	1.190	0.55	99.31
" 20	0.840	0.50	98.81
" 30	0.590	0.76	98.05
" 40	0.426	1.26	96.79
" 50	0.297	1.19	95.60
" 70	0.212	1.33	94.26
" 100	0.150	1.50	92.76
" 140	0.106	1.00	91.76
" 170	0.089	0.76	91.00
" 200	0.074	0.48	90.52
- 200		90.52	0.00
GRAVAS		0.00	Observaciones
ARENAS		9.48	
LIMOS - ARCILLAS		90.52	
SUCS		CL	



LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	154	40.89	35.91	4.98	21.30	14.61	34.09
22	182	38.25	34.05	4.20	21.30	12.75	32.94
29	2A	39.42	35.02	4.40	21.30	13.72	32.07
36	1A	35.94	32.44	3.50	21.30	11.14	31.42

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
29A	25.19	23.65	1.54	15.60	8.05	19.13	
38	26.24	24.64	1.60	15.60	9.04	17.70	18.41

NUMERO DE GOLPES

L.L. = 32.43

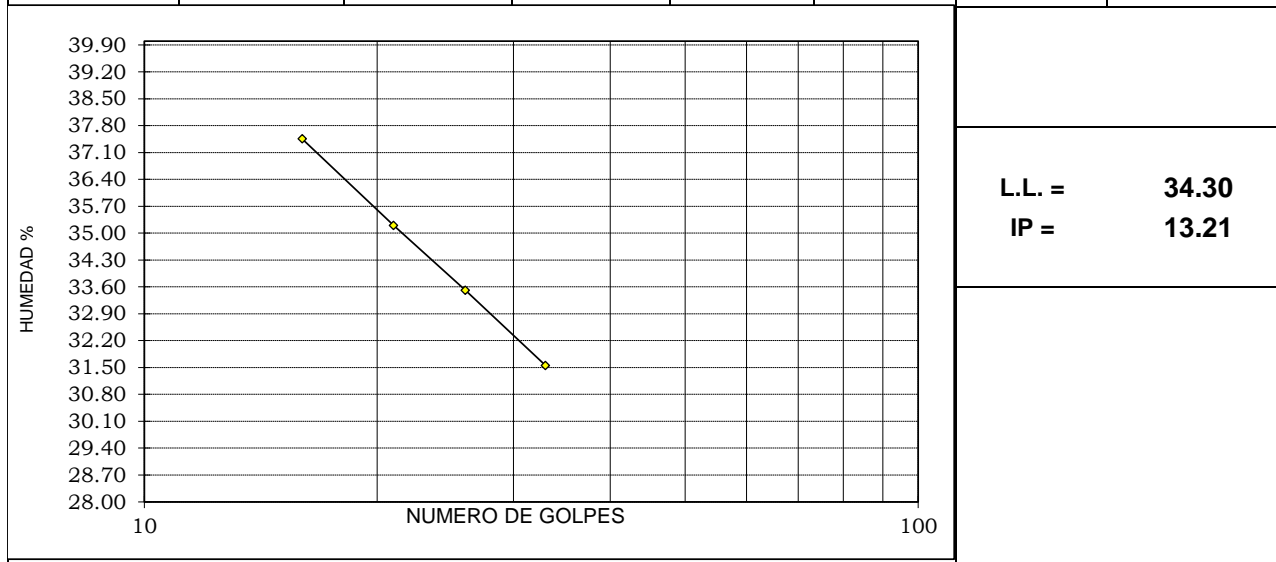
IP = 14.02

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

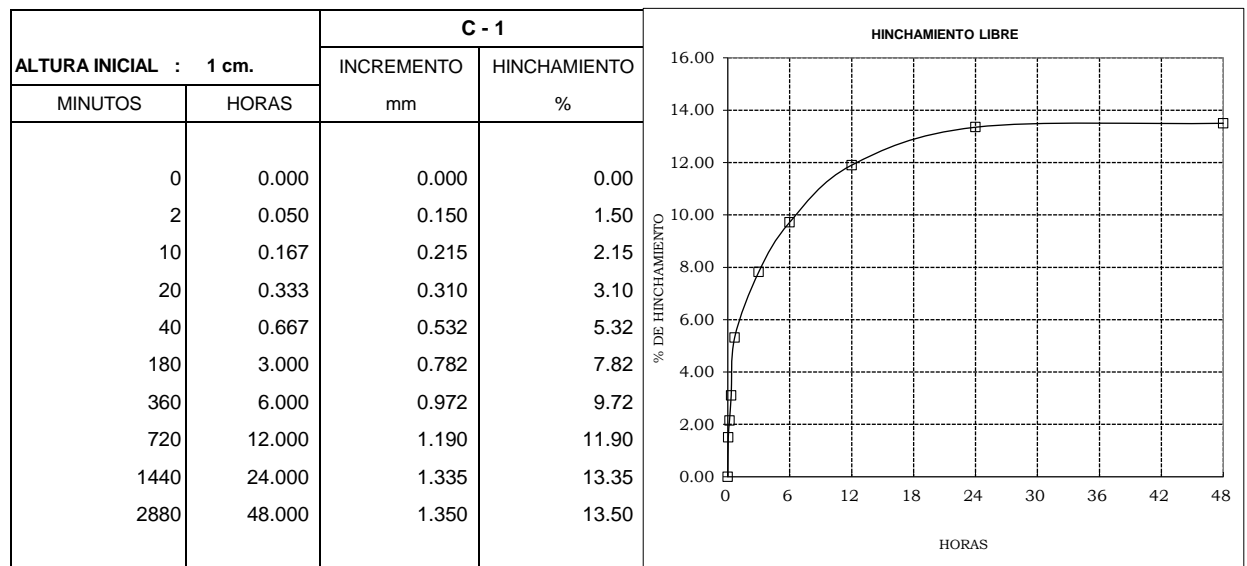
1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
16	1A	39.34	32.79	6.55	15.30	17.49	37.45
21	12	36.21	30.74	5.47	15.20	15.54	35.20
26	90	35.24	30.21	5.03	15.20	15.01	33.51
33	100	33.42	29.05	4.37	15.20	13.85	31.55

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO
114	27.22	25.60	1.62	17.30	8.30	19.52	%
105	28.36	26.32	2.04	17.30	9.02	22.66	21.09



PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA	
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOPTILLO	
MUESTRA	:	CALICATA C - 1	PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017	

HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS



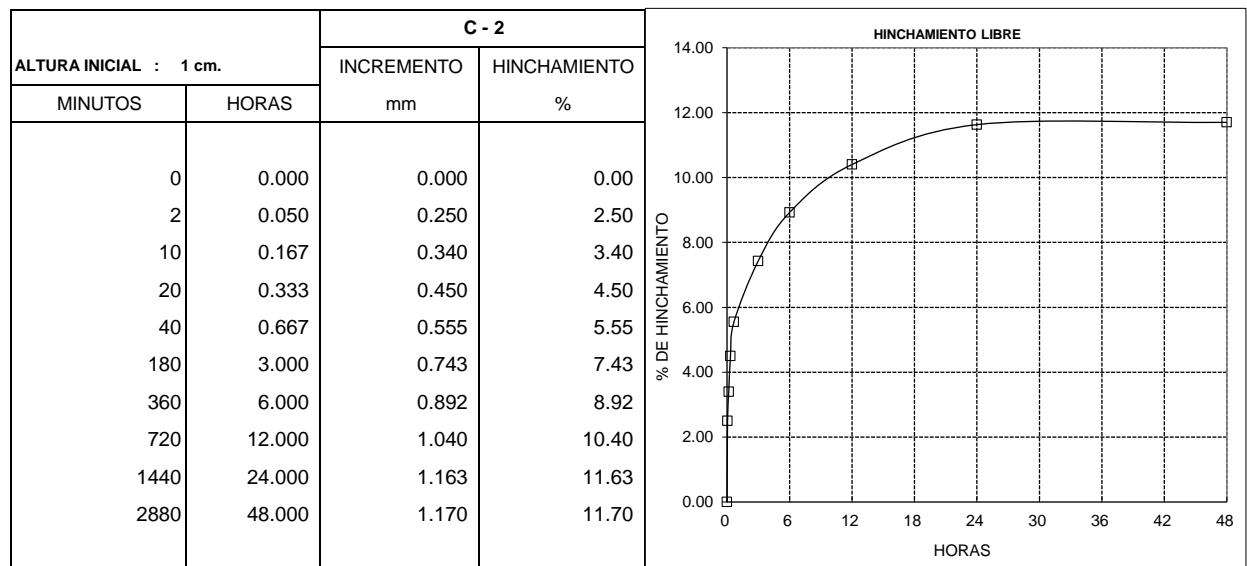
LIMTES DE CONTRACCION DE SUELOS

MUESTRA	PROF. m	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
C - 1	0,00 - 1,20	29A	136.32	116.4	37.51	31.05	11.57

DIAM	ALT.	VOLUM
5.3	1.7	37.505
5.1	1.52	31.051

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DE PUENTE SANTA ELENA ALTA	
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO	
MUESTRA	:	CALICATA C - 2	PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017	

HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS



LIMTES DE CONTRACCION DE SUELOS

MUESTRA	PROF. m	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %.	DIAM	ALT.	VOLUM
C - 2	0,00 - 1,20	114	137.06	116.02	41.92	32.69	10.18	5.3	1.9	41.917
								5.10	1.6	32.685

CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO.

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERÍO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

TIPO DE ESCTRUTURA	Df m	B m	g gr/cm ³	c Kg/cm ²	f	N ^c	N ^q	N ^g	Qc Kg/cm ²	Pt Kg/cm ²
ZAPATAS AISLADAS	0.80	0.80	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.70	0.90
	1.00	0.80	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.93	0.98
	1.20	0.80	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.16	1.05
	0.80	1.00	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.73	0.91
	1.00	1.00	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.96	0.99
	1.20	1.00	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.19	1.06
	0.80	1.50	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.81	0.94
	1.00	1.50	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.04	1.01
	1.20	1.50	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.27	1.09
	0.80	0.30	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.63	0.88
	1.00	0.30	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.86	0.95
	1.20	0.30	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.09	1.03
CIMENTOS CORRIDOS	0.80	0.45	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.66	0.89
	1.00	0.45	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.89	0.96
	1.20	0.45	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.12	1.04
	0.80	0.60	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.69	0.90
	1.00	0.60	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	2.92	0.97
	1.20	0.60	1.77	0.10	28	16.5	6.5	2.3	3.15	1.05

DONDE:

g	:	PESO VOLUMETRICO	Df	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
f	:	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	Pt	:	PRESION DE TRABAJO : Qc/F
Qc	:	CAPACIDAD PORTANTE	B	:	ANCHO DE CIMENTO y/o ZAPATAS
N^q, N^g y N^c	:	COEFICIENTES DE CAPACIDAD PORTANTE	F	:	FACTOR DE SEGURIDAD : 3

CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO.

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 2
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	g gr/cm ³	c Kg/cm ²	f	N ^o c	N ^o q	N ^o g	Qc Kg/cm ²	Pt Kg/cm ²
ZAPATAS AISLADAS	0.80	0.80	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.02	1.01
	1.00	0.80	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.25	1.08
	1.20	0.80	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.47	1.16
	0.80	1.00	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.05	1.02
	1.00	1.00	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.28	1.09
	1.20	1.00	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.51	1.17
	0.80	1.50	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.13	1.04
	1.00	1.50	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.36	1.12
	1.20	1.50	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.59	1.20
	0.80	0.30	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	2.95	0.98
	1.00	0.30	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.18	1.06
	1.20	0.30	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.41	1.14
CIMENTOS CORRIDOS	0.80	0.45	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	2.98	0.99
	1.00	0.45	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.21	1.07
	1.20	0.45	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.44	1.15
	0.80	0.60	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.01	1.00
	1.00	0.60	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.24	1.08
	1.20	0.60	1.75	0.12	28	16.5	6.5	2.3	3.47	1.16

DONDE:

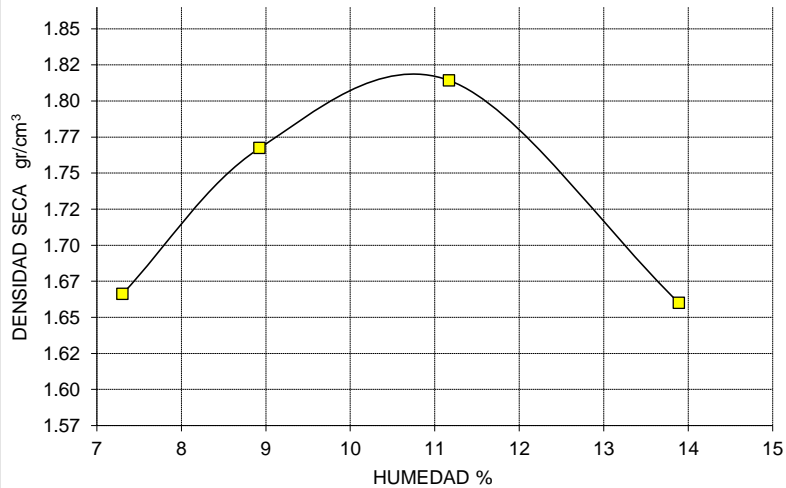
g	:	PESO VOLUMETRICO	Df	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
f	:	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	Pt	:	PRESION DE TRABAJO : Qc/F
Qc	:	CAPACIDAD PORTANTE	B	:	ANCHO DE CIMENTO y/o ZAPATAS
N^oq, N^og y N^oc	:	COEFICIENTES DE CAPACIDAD PORTANTE	F	:	FACTOR DE SEGURIDAD : 3

PRUEBA DE COMPACTACION

PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4	5
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7478.3	7755.4	7940.7	7685.3	
2- Peso Molde	gr.	3875.4	3875.4	3875.4	3875.4	
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3602.9	3880.0	4065.3	3809.9	
4- Volumen Molde	cm ³	2021.2	2021.2	2021.2	2021.2	
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.783	1.920	2.011	1.885	
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4	
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	196.10	192.12	216.60	230.20	
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	185.36	179.60	198.90	207.20	
8- Peso Tara	gr.	38.30	39.35	40.45	41.60	
9- Peso Agua (6-7)	gr.	10.74	12.52	17.70	23.00	
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	147.06	140.25	158.45	165.60	
11- Humedad % (9/10)x100	%	7.303	8.927	11.17	13.889	
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.66	1.76	1.81	1.66	



MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56

DENSIDAD MAXIMA

1.81 Gr/cm³

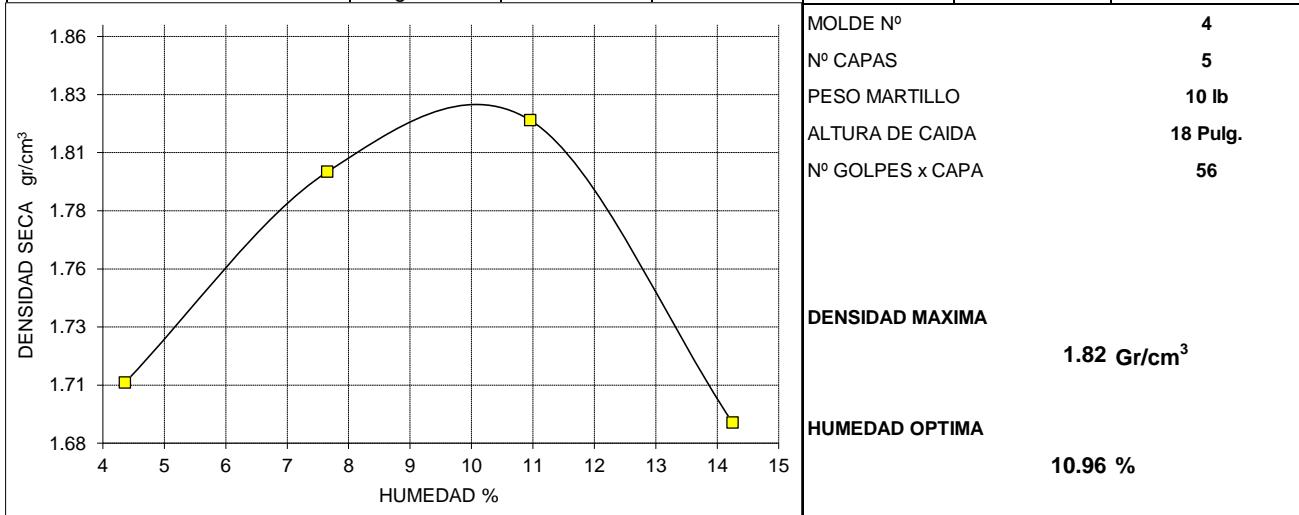
HUMEDAD OPTIMA

11.17 %

PRUEBA DE COMPACTACION
PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL PUENTE SANTA ELENA ALTA
UBICACIÓN	:	CASERIO SANTA ELENA ALTA - QUERECOTILLO
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, 20 DE OCTUBRE DEL 2017

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4	5
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7589.1	7900.3	8070.2	7890.7	
2- Peso Molde	gr.	3987.3	3987.3	3987.3	3987.3	
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3601.8	3913.0	4082.9	3903.4	
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0	
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.780	1.934	2.018	1.930	
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4	
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	177.42	209.10	214.20	219.40	
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	171.60	196.90	196.90	196.92	
8- Peso Tara	gr.	38.10	37.50	39.00	39.15	
9- Peso Agua (6-7)	gr.	5.82	12.20	17.30	22.48	
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	133.50	159.40	157.90	157.77	
11- Humedad % (9/10)x100	%	4.360	7.654	10.96	14.249	
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.71	1.80	1.82	1.69	



ANEXO N° 04.- HOJA DE CALCULO JUSTIFICATIVO

HOJA DE VERIFICACION - ESTRIBO

GEOMETRÍA

$L =$	15.00	m	Luz del puente
$S =$	3.60	m	Ancho del carril
$a =$	0.25	m	Ancho de sardinel
$A =$	4.10	m	Ancho total
$b =$	0.40	m	Ancho de vigas

SOBRECARGAS

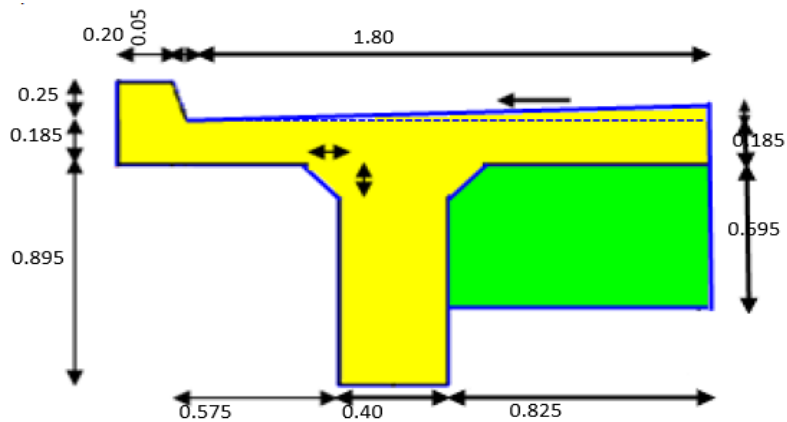
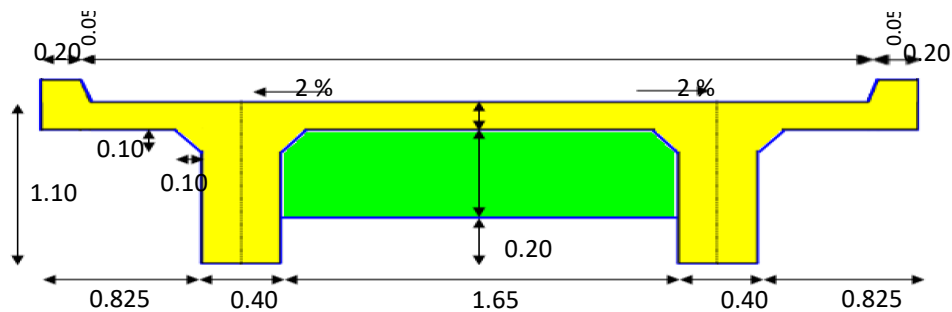
Vehicular: H36

$\phi = 30^\circ$ (Ángulo de fricción Interna)

MATERIALES:

Peso específico : Concreto armado:	2400	kg/m ³
Densidad del suelo :	2000	kg/m ³

1 REACCION POR PESO PROPIO



Carga muerta: Peso propio

Elemento	Dimensiones			Peso (t/m)
	a (m)	b (m)	c (m)	
Losa	0.19	2.05		0.91
Bombeo	0.036	1.8		0.08
Viga	0.895	0.4		0.86
Cartelas	0.1	0.1		0.02
Sardinel	0.23	0.25		0.14
D1	1.65	0.70	0.25	0.35
WD =				2.35

Reacción por peso propio

$$P_D = \frac{W_D * (L / 2)}{\text{Ancho total}}$$

4.30

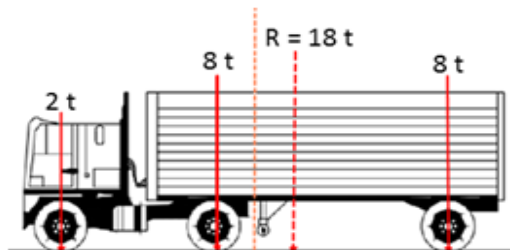
Tn/m

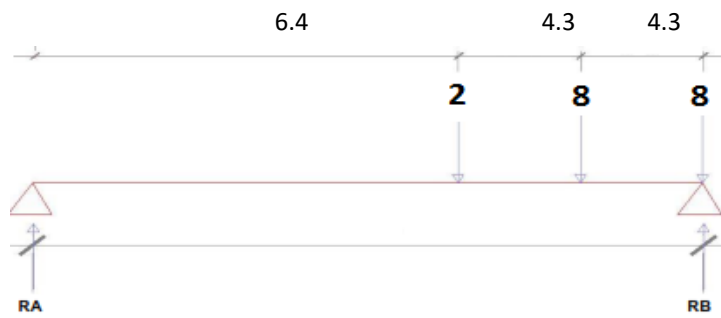
BRAZO

1.05

m

2 REACCION POR SOBRE CARGA LRFD





$$\sum M_A = 0$$

RB= 14.56 Toneladas

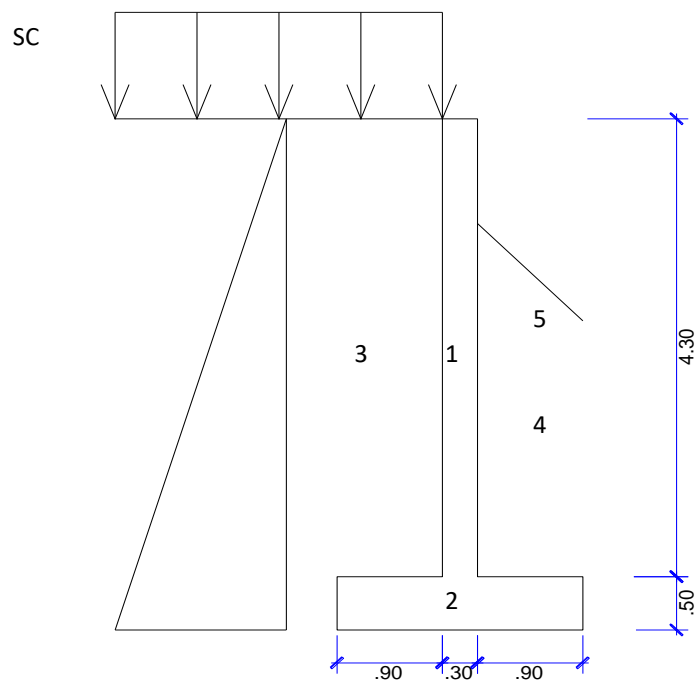
$$P_L = \frac{n^* R_B}{\text{Ancho total}}$$

0.971

BRAZO

1.05

3 CALCULO DEL MOMENTO ESTABILIZADOR



	Pi(tn)	Xi(m)	Mi(Tn-m)
1	3.096	1.05	3.251
2	2.520	1.05	2.646
3	7.740	1.65	12.771
4	4.860	0.45	2.187
5	0.540	0.6	0.324
sc	0.450	1.65	0.743
Total	19.206		21.921

$$\sum F_v =$$

19.206

$$\sum M_{est} =$$

21.921

4 CALCULO DEL MOMENTO VOLCADOR

$$\varphi = 30$$

$$K_a = \tan^2 (45 - \varphi / 2) = 0.333$$

$$H_t = H_z + H_p = 4.8$$

*Empuje del relleno:

$$E_1 = (1/2) * \gamma_s * K_a * (H_t)^2 = 7.68 \quad t/m$$

*Empuje del relleno:

$$E_2 = s/c * K_a * (H_t) = 0.80 \quad t/m$$

*Momento volcador por efecto del empuje del relleno

$$M_1 = E_1 * (H_t) / 3 = 12.29 \quad t-m$$

*Momento volcador por efecto del empuje de la S/C:

$$M_2 = E_2 * (H_t) / 2 = 1.92 \quad t-m$$

Empuje de volteo total (EA)

$$E_1 + E_2 = 8.48 \quad t/m$$

Momento de volteo total

$$M_1 + M_2 = 14.21 \quad t-m$$

5 CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD

$$FSD = \frac{U * \sum FV}{EA}$$

1.36

>

1.5

RECALCULAR

$$FSV = \frac{\sum M_{EST.}}{\sum M_{VOLC.}}$$

1.54

>

2

RECALCULAR

6 CALCULO DE FACTORES DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO

$$X = \frac{M_{EST.} - M_{VOLC.}}{\sum FV}$$

0.40

$$e = \frac{B}{2} - X$$

0.648

Como:

$$\frac{B}{6} = 0.35$$

<

0.648

NO CUMPLE

$$\frac{\sum FV}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

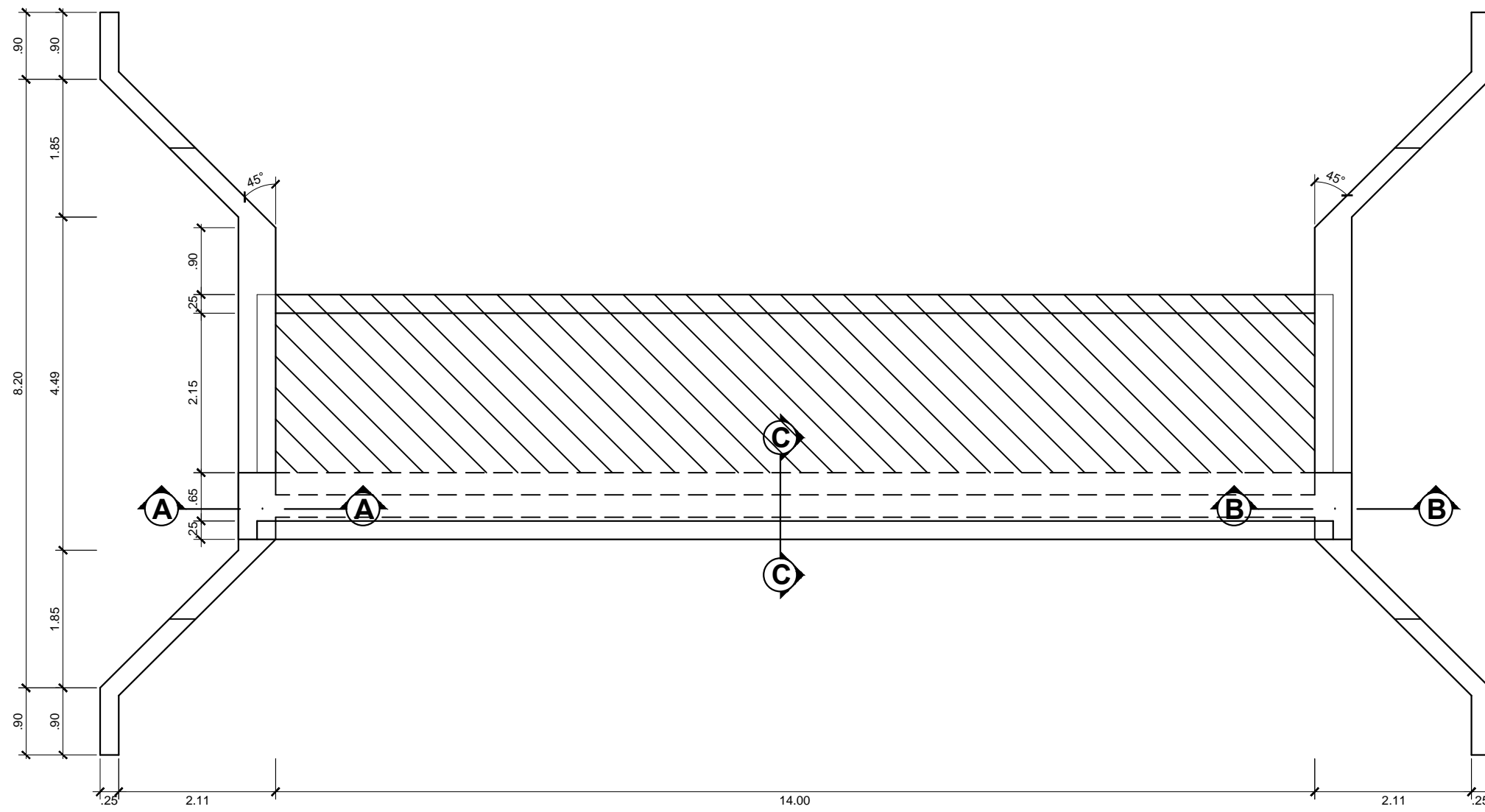
$$\sigma_{\max} =$$

26.089 kg/cm²

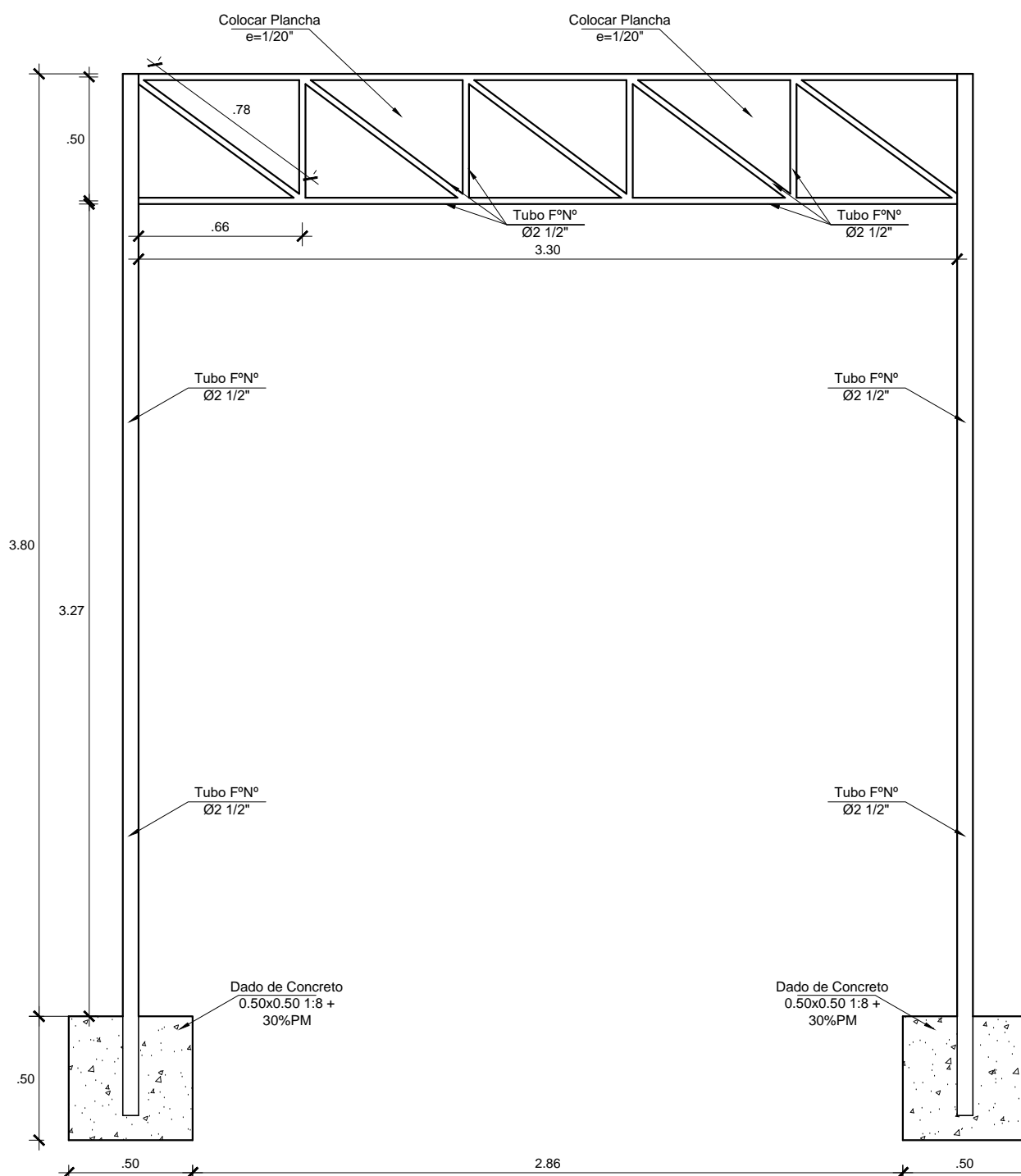
$$\sigma_{\min} =$$

-7.80 kg/cm²

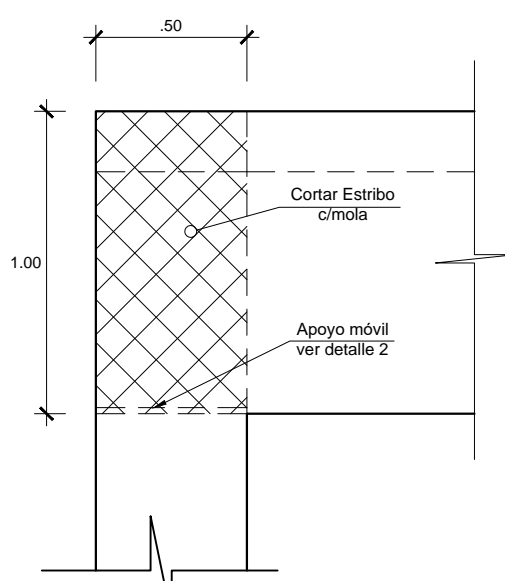
ANEXO N° 05.- DISEÑO DE ESTRUCTURAS
PLANOS



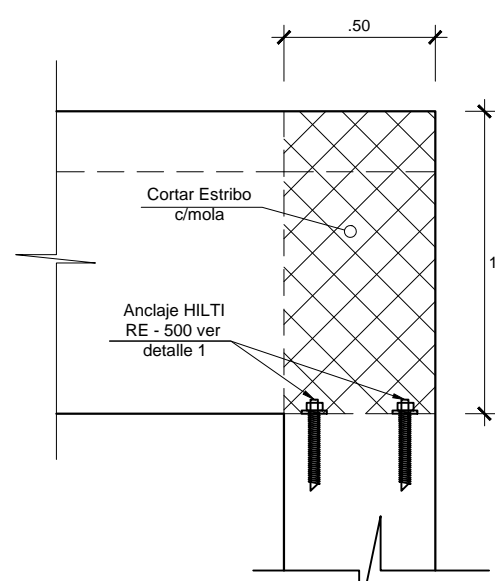
PLANTA - TABLERO DE PUENTE
Esc: 1/75



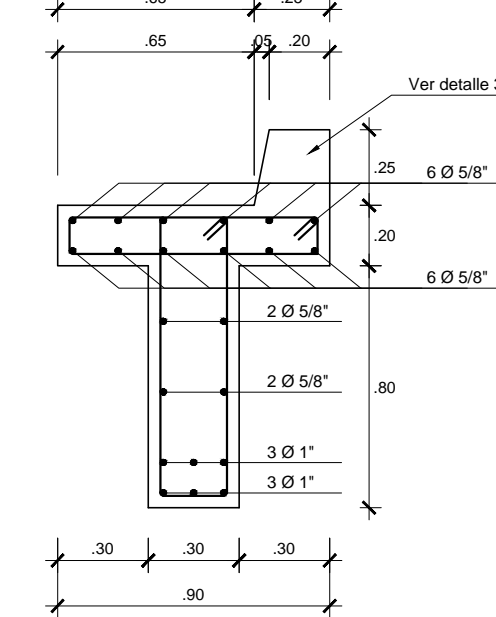
ESTRUCTURA METALICA: PORTICO
Esc:1/20



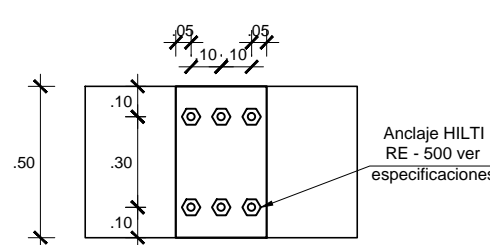
SECCION A-A
Esc:1/20



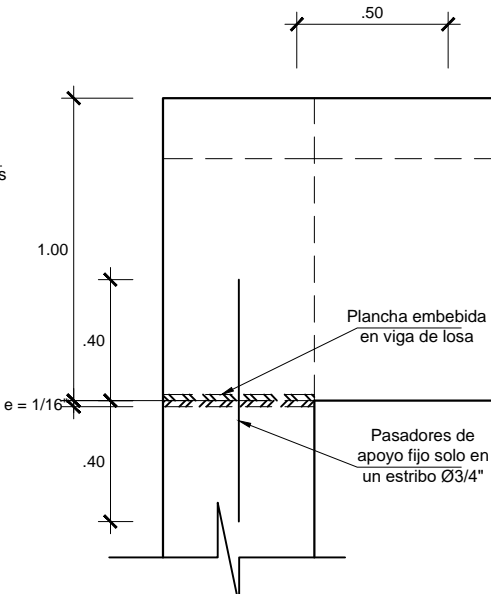
SECCION B-B
Esc:1/20



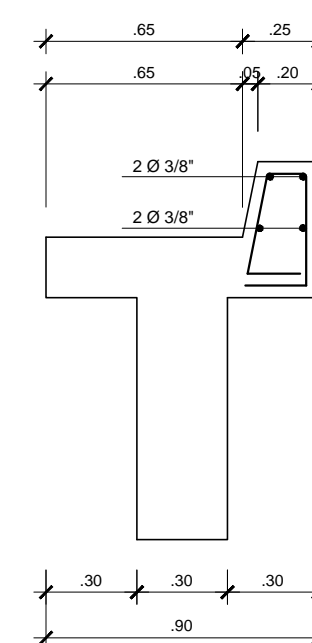
SECCION C-C
Esc:1/25



**Apoyo Movil
DETALLE 1**
Esc:1/20

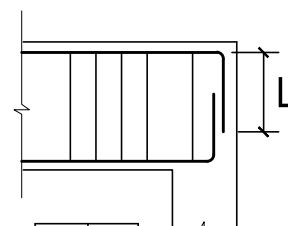


**Apoyo Fijo
DETALLE 2**
Esc:1/20



DETALLE 3
Esc:1/20

CUADRO DE LONGITUD Y ANCLAJE			ESTRIBOS TÍPICOS EN VIGAS
Ø	L1	LOSAS Y VIGAS	
1/4"	.30		
3/8"	.40		
1/2"	.50		
5/8"	.60		
3/4"	.70		
1"	.80		



ELEVACION

DETALLE TÍPICOS DE ANCLAJE DE ARMADURAS

Esc: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CONCRETO:			
Cimientos corridos	C-H+30%PG	1.8+30%PG	
En general para el resto		f'c=280Kg/cm2	
ACERO			
CARGA DE TRABAJO DEL TERRENO		f'y=4,200Kg/cm2	
RECURRIMIENTOS LIBRES:			
Viga		4.0cm.	
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO			
Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E-020, E-060, E-070)			
Normas de Diseño Sismo-Resistente E-030			
Sobrecarga 500 Kg/ml			
OBSERVACIONES:			
-Usar CEMENTO TIPO V			

TIEMPO DE GELADO

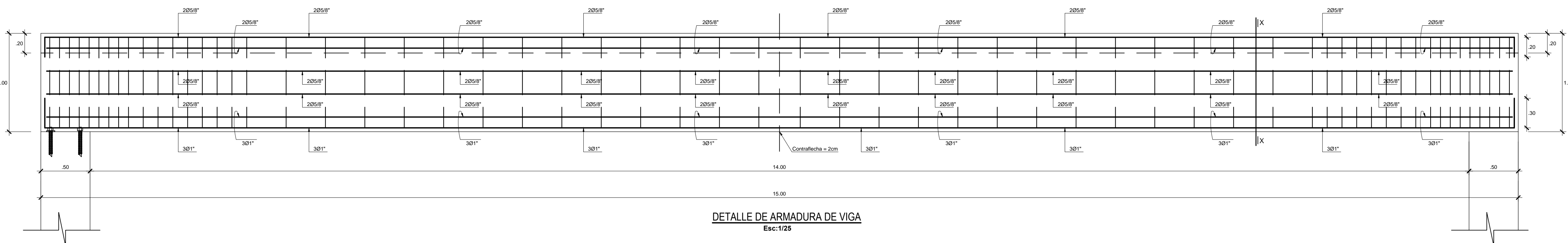
Temperatura del material base		Tiempo aproximado de gelado
°F	°C	
23	-5	4 horas
32	0	3 horas
41	5	2 horas
68	20	30 min
86	30	20 min
104	40	12 min

TIEMPO DE CURADO INICIAL

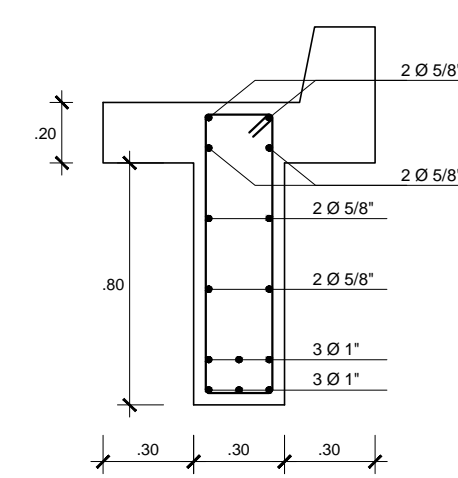
Temperatura del material base		Tiempo aproximado de curado
°F	°C	
23	-5	36 horas
32	0	25 horas
41	5	12 horas
68	20	6 horas
86	30	4 horas
104	40	2 horas

TIEMPO DE CURADO TOTAL

Temperatura del material base		Tiempo aproximado de curado total
°F	°C	
23	-5	72 horas
32	0	50 horas
41	5	24 horas
68	20	12 horas
86	30	8 horas
104	40	4 horas



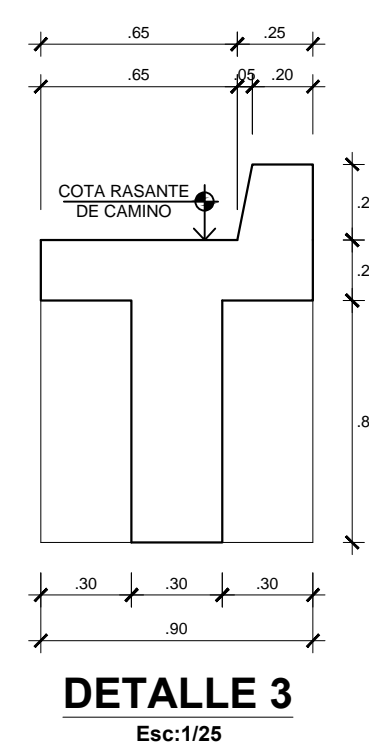
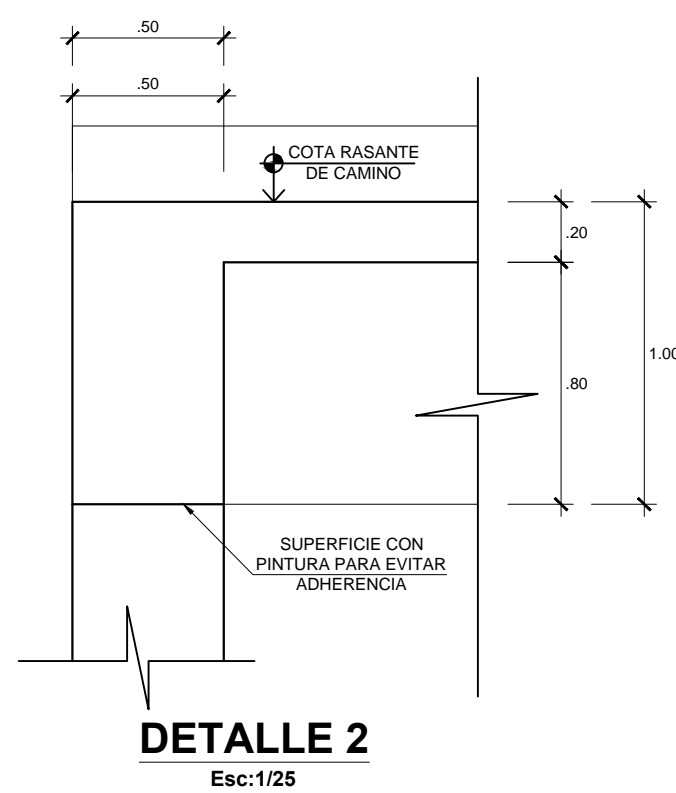
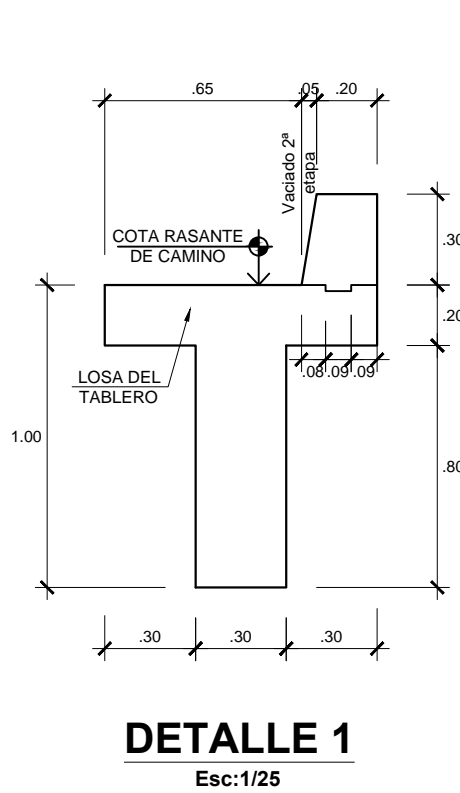
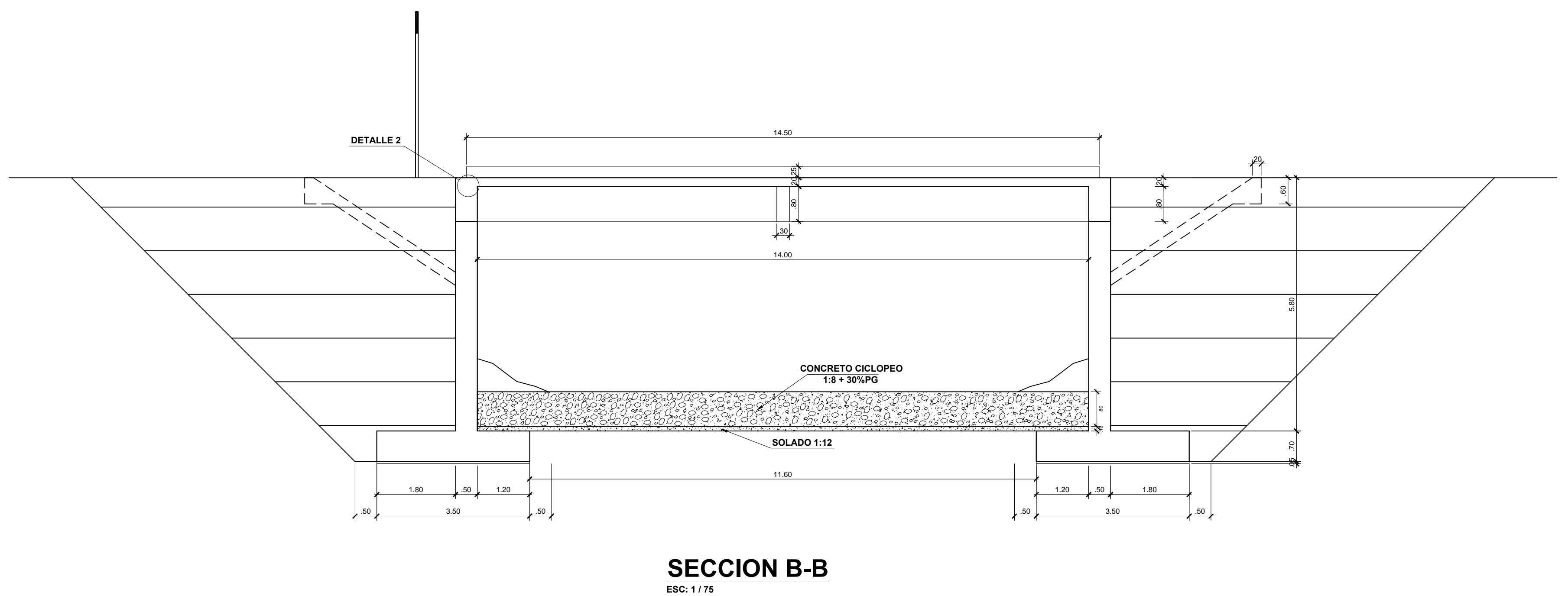
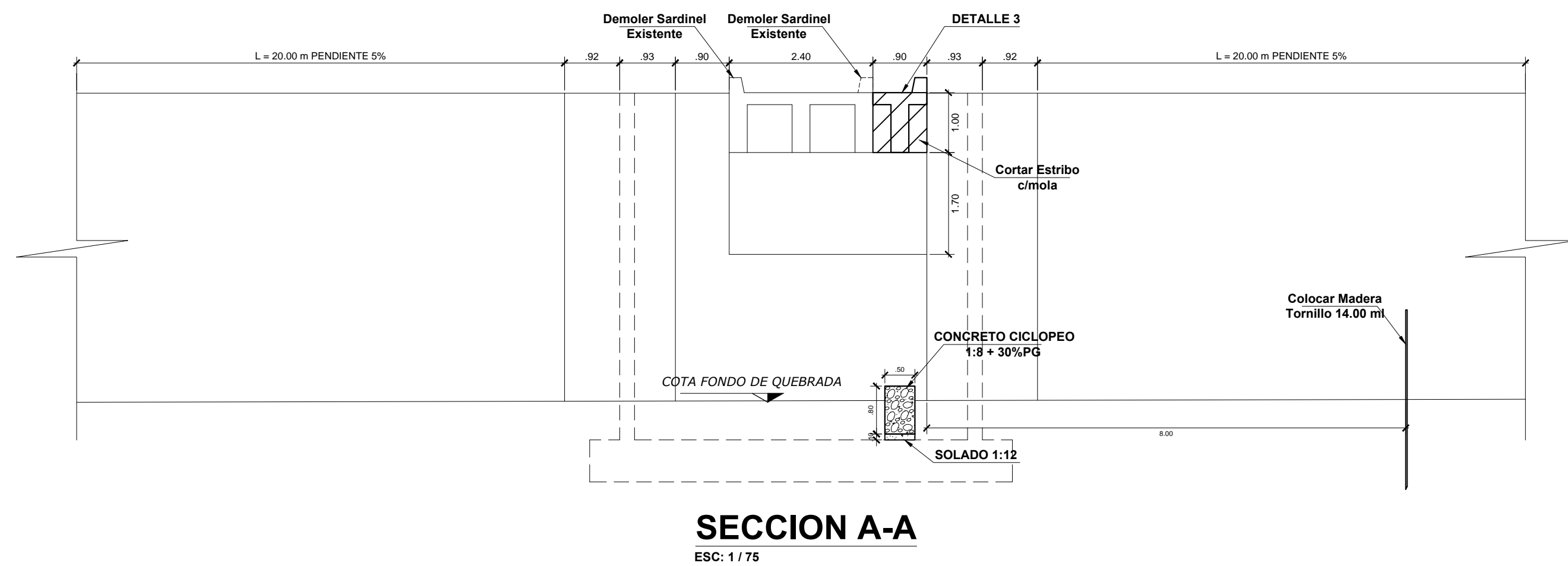
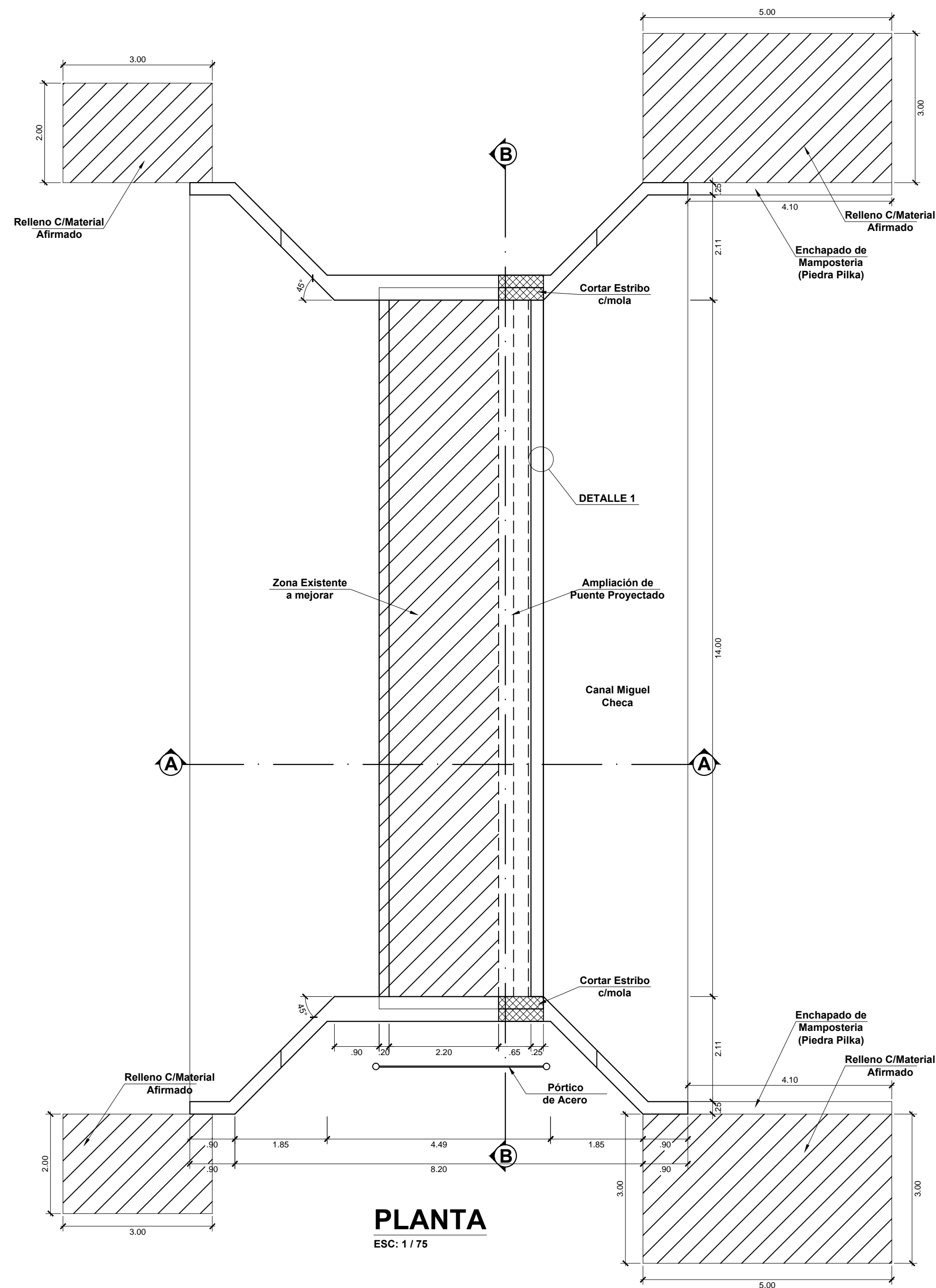
DETALLE DE ARMADURA DE VIGA
Esc:1/25



Sección X-X

PROYECTO:			
TESIS PROFESIONAL			
PROPIETARIO:			
MARCO ROLANDO VARONA MORANTE			
PLANO:			
ESTRUCTURA Y DETALLES			
UBICACIÓN:			
CENTRO POBLADO SANTA ELENA ALTA KM 27 + 770 Y PUEBLO NUEVO KM 21 + 650			
DISTRITO : QUERECOTILLO / PROV. SULLANA / REGION : PIURA			
DIBJ. CAD:	DISEÑO:	ESC:	FECHA:
M.R.V.M.		INDICADA	FEBRERO 2019

LAMINA N°
E-01



PROYECTO: TESIS PROFESIONAL			
PROPIETARIO: MARCO ROLANDO VARONA MORANTE			
PLANO: PLANTA Y DETALLES			
UBICACION: CENTRO POBLADO SANTA ELENA ALTA KM 27 + 770			
DISTRITO: QUERECOTILLO / PROV. SULLANA / REGION : PIURA			
DIBJ CAD:	DISEÑO:	INDICADA	FECHA:
M.R.V.M.			FEBRERO 2019

LAMINA N°:
A-01